

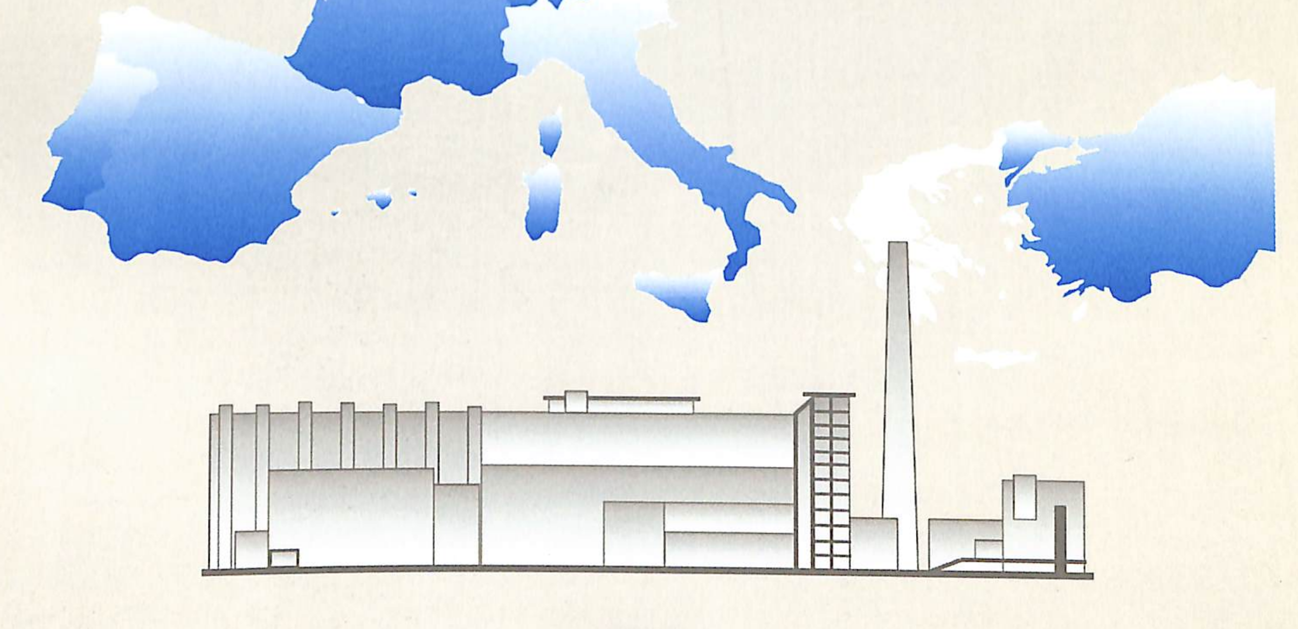

Jean-Marc Wolff

# Histoire de la Société EUROCHEMIC

## Société européenne pour le traitement chimique des combustibles irradiés

## 1956-1990

### Trente-cinq années de coopération internationale dans le domaine des techniques nucléaires : Du traitement chimique des combustibles irradiés à la gestion des déchets radioactifs






PARIS

Pour des illustrations de meilleure qualité , voir
1996_Wolff Histoire de la Société Eurochemic Volume des figures

COLLECTION HISTORIQUE DE L'OCDE

# Histoire de la Société EUROCHEMIC (1956-1990)

Trente-cinq années de coopération internationale
dans le domaine des techniques nucléaires :
Du traitement chimique des combustibles irradiés
à la gestion des déchets radioactifs

par
**Jean-Marc WOLFF**
Agrégé de l'Université, Docteur en Histoire

AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

## ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

En vertu de l'article 1er de la Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, et entrée en vigueur le 30 septembre 1961, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays Membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays Membres, ainsi que les pays non membres, en voie de développement économique;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays Membres originaires de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. Les pays suivants sont ultérieurement devenus Membres par adhésion aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994) et la République tchèque (21 décembre 1995). La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE (article 13 de la Convention de l'OCDE).

### *L'AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE*

*L'Agence de l'OCDE pour l'Énergie Nucléaire (AEN) a été créée le 1er février 1958 sous le nom d'Agence Européenne pour l'Énergie Nucléaire de l'OECE. Elle a pris sa dénomination actuelle le 20 avril 1972, lorsque le Japon est devenu son premier pays Membre de plein exercice non européen. L'Agence groupe aujourd'hui tous les pays Membres européens de l'OCDE, ainsi que l'Australie, le Canada, la République de Corée, les États-Unis, le Japon et le Mexique. La Commission des Communautés européennes participe à ses travaux.*

*L'AEN a pour principal objectif de promouvoir la coopération entre les gouvernements de ses pays participants pour le développement de l'énergie nucléaire en tant que source d'énergie sûre, acceptable du point de vue de l'environnement, et économique.*

*Pour atteindre cet objectif, l'AEN :*

- *encourage l'harmonisation des politiques et pratiques réglementaires notamment en ce qui concerne la sûreté des installations nucléaires, la protection de l'homme contre les rayonnements ionisants et la préservation de l'environnement, la gestion des déchets radioactifs, ainsi que la responsabilité civile et l'assurance en matière nucléaire;*
- *évalue la contribution de l'électronucléaire aux approvisionnements en énergie, en examinant régulièrement les aspects économiques et techniques de la croissance de l'énergie nucléaire et en établissant des prévisions concernant l'offre et la demande de services pour les différentes phases du cycle du combustible nucléaire;*
- *développe les échanges d'information scientifiques et techniques notamment par l'intermédiaire de services communs;*
- *met sur pied des programmes internationaux de recherche et développement, et des entreprises communes.*

*Pour ces activités, ainsi que pour d'autres travaux connexes, l'AEN collabore étroitement avec l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique de Vienne, avec laquelle elle a conclu un Accord de coopération, ainsi qu'avec d'autres organisations internationales opérant dans le domaine nucléaire.*

Also available in English under the title:
EUROCHEMIC
1956-1990

## Avant-propos

A bien des égards, la Société Eurochemic se présente comme un modèle original de coopération internationale. Elle est la seule entreprise à avoir mené des travaux de recherche et une exploitation industrielle, sur le plan international, dans le domaine particulièrement complexe et sensible du recyclage des combustibles nucléaires. La plupart des treize pays d'Europe occidentale qui ont participé à Eurochemic, depuis 1959, y ont acquis leur première expérience dans ce domaine et le moyen de former leurs futurs spécialistes dans le laboratoire de recherches et l'usine prototype de retraitement chimique, réalisés à Mol, en Belgique.

Son exploitation a été une source de progrès notables du génie chimique nucléaire, mais ses succès sur le plan scientifique et technique contrastent avec l'échec d'Eurochemic à s'affirmer sur le plan industriel, du fait de l'étroitesse du marché du retraitement très rapidement partagé entre un petit nombre d'usines nationales. La chance d'ouvrir, ainsi, une voie à l'industrie nucléaire européenne a donc été manquée.

La Société Eurochemic a retrouvé, par la suite, une mission de pointe en se convertissant, à partir de 1977, dans la gestion des déchets radioactifs résultant de son exploitation : c'est, en fait, la première usine de retraitement pour laquelle ait été entamé un programme complet de décontamination et de démantèlement des installations, ainsi que le conditionnement de l'ensemble des catégories de déchets radioactifs accumulés sur le site.

Enfin, l'histoire de la Société Eurochemic a été marquée par l'originalité de son statut institutionnel. Eurochemic a été constituée par un traité entre les gouvernements participants, sous la forme d'une "société internationale par actions", avec l'intention d'associer l'industrie privée à l'action du secteur public et de laisser à ses organes dirigeants une large autonomie de gestion. En fait, après la phase de recherche et de développement, l'absence de perspective commerciale a fini par faire peser le poids du financement et la charge des décisions sur les gouvernements. Son statut spécial a néanmoins favorisé une coopération très ouverte, de dimension européenne, au sein de l'équipe de chercheurs et d'ingénieurs de la Société, et entre les bureaux d'études et les entreprises qui prirent part aux travaux.

La Société Eurochemic elle-même, avant sa liquidation, en 1990, a pris les dispositions nécessaires pour que son histoire soit écrite. Un Comité d'édition a été constitué sous la présidence de M. Pierre Huet, ancien Directeur général de l'Agence européenne pour l'énergie nucléaire, avec des personnalités ayant joué un rôle éminent dans la Société. M. Jean-Marc Wolff, historien des sciences et techniques contemporaines, a rédigé cet ouvrage, qui a été présenté comme thèse de Doctorat et a reçu la mention "Très honorable, avec félicitation du jury". Il s'adresse principalement aux responsables et aux experts du cycle du combustible nucléaire, ainsi qu'à ceux qui s'intéressent à la coopération technique internationale, et à l'histoire de l'énergie nucléaire, en leur apportant une source très riche de références.

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Toutefois, il ne reflète pas nécessairement le point de vue des pays de l'OCDE ayant participé à la Société Eurochemic.

# Table des matières

## Deuxième partie

**La réalisation du projet (janvier 1958-novembre 1965)**

## Cinquième partie

**La place d'Eurochemic dans l'histoire des techniques et dans celles de la coopération international**

## *Conclusion générale*



## ANNEXES

## SOURCES, BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES



## INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

*N° du tableau*

*N° de la figure*

«N'avez-vous pas déjà vu des malheureux fouiller en hiver les poubelles pour essayer d'en extraire des morceaux de charbon non entièrement consumés au milieu de la cendre des foyers domestiques ?

Voilà l'exemple le plus élémentaire de traitement d'un combustible usé. Mais si ce malheureux pouvait continuer maintenant son travail non plus sur des cendres de charbon mais sur des cendres atomiques, il serait bientôt riche car à côté des imbrûlés il trouverait comme des paillettes d'or.»

**Robert Sartorius,** Le traitement des combustibles irradiés, *L'industrie devant l'énergie nucléaire, exposés présentés lors de la seconde conférence d'information sur l'énergie nucléaire pour les dirigeants d'entreprise, Amsterdam, 24 au 28 juin 1957.*

«Ceux qui font le procès du «système technicien», qui dénoncent dans la technologie une puissance autonome, l'incarnation du destin antique ou la malédiction du mal, devraient toujours avoir à l'esprit le principe de la «main qui cache» formulé par Albert Hirschman – un principe qui, à mes yeux, n'a pas moins de portée sur le plan social que celui de la «main invisible» sur le plan économique : une entreprise peut réussir non pas parce qu'on en a mesuré tous les risques, mais parce que précisément on les a sous-estimés. Et si l'on pouvait connaître et mesurer à l'avance toutes les difficultés à surmonter, y aurait-il encore une aventure humaine et le moindre progrès ?»

**Jean-Jacques Salomon,** *Le destin technologique.*

# Introduction

L'histoire d'Eurochemic est la première monographie consacrée à une entreprise de l'aval du cycle du combustible nucléaire. Née de la coopération européenne dans le domaine de la chimie des matières radioactives, Eurochemic a eu une existence brève mais a connu deux vies successives.

La période qui s'écoule entre la conception et la mort d'Eurochemic couvre trente-cinq années du second vingtième siècle. Elle commence onze années après l'explosion de la première bombe atomique, alors que naît, dans l'euphorie des débuts de la haute croissance, le nucléaire civil. Elle s'achève au seuil des années quatre-vingt-dix. Les conditions de développement du secteur nucléaire civil sont alors profondément affectées par quinze ans de crise économique, par la transformation du lien entre croissance et énergie, par la modification des sensibilités politiques et des processus de décision en matière de haute technologie et enfin par l'amorce d'une mutation dans le nucléaire militaire liée aux bouleversements internationaux accompagnant l'effondrement de l'Union soviétique.

La Société européenne pour le traitement chimique des combustibles irradiés (Eurochemic) fut constituée le 27 juillet 1959, en application d'une Convention signée le 20 décembre 1957. Des gouvernements, des agences nucléaires et des entreprises privées de quatorze nationalités différentes collaboraient, depuis 1956, à sa création sous l'égide de l'Organisation européenne de coopération économique, l'OECE.

L'établissement fut inauguré officiellement le 7 juillet 1966 à Mol en Belgique. L'activité de retraitement dura presque dix années pour cesser en janvier 1975. Cette date marqua la fin de la première vie de l'entreprise, qui se consacra alors à la gestion des déchets radioactifs qu'elle avait produits.

Eurochemic entra en liquidation en 1982. L'ensemble du site et ses installations furent transférés en 1985 à l'Etat belge, qui en confia la gestion à la Société Belgoprocess, filiale de l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles, l'ONDRAF. La coopération internationale à Eurochemic cessa avec la dissolution de la Société, le 28 novembre 1990.

L'intérêt principal de l'étude d'Eurochemic est de mettre l'accent, dans une histoire de l'énergie nucléaire en plein développement à l'intérieur de l'histoire du temps présent, sur le nucléaire civil et plus particulièrement sur les activités d'aval du cycle du combustible. Les caractéristiques de cette entreprise nucléaire permettent de mesurer le potentiel et les contraintes de trois aspects de la coopération internationale, technique, politique et industrielle, toujours étroitement mêlés.

La nature des sources et la démarche historique qui en découle commandent la construction d'un récit suivant une trame essentiellement chronologique et secondairement thématique, alternant, en tentant de les relier, les aspects politiques, économiques et techniques qui permettent de comprendre l'évolution de la petite partie du «complexe atomique» que constituent le retraitement et la gestion des déchets radioactifs.

## L'histoire des activités d'aval du cycle du combustible nécessite une approche nouvelle au sein de l'histoire nucléaire

### *L'histoire d'Eurochemic occupe une place particulière dans une histoire de l'énergie nucléaire en plein essor*

#### *Une histoire en plein essor*

L'histoire de l'énergie nucléaire a ses précurseurs dans les années soixante avec le début de la rédaction, à la demande des pouvoirs publics, de monographies consacrées aux agences nucléaires nationales des Etats-Unis[1]

[1] Commandée au départ par l'USAEC, et conduite depuis 30 ans par R.G. Hewlett, successivement assisté par O.E. Anderson, F. Duncan et J. M. Holl, cette histoire surtout politique comporte pour l'instant trois volumes et couvre la période qui va de 1939 à 1961 : *The new world, 1939-1946*, paru en 1962 ; *Atomic Shield, 1947-1952*, paru en 1969 ; enfin *Atoms for Peace and War, 1953-1961*, paru en 1989.

et de la Grande-Bretagne[2]. En 1980 fut publié le premier ouvrage de synthèse, centré essentiellement sur les aspects internationaux du développement militaire et civil de l'atome des origines à 1979, *Le complexe atomique, histoire politique de l'énergie nucléaire*, de Bertrand Goldschmidt[3].

L'histoire de l'énergie nucléaire a été considérablement enrichie ces dernières années grâce à l'ouverture des archives, après expiration du délai légal trentenaire d'une part, et au lancement de programmes de recherche nationaux ou internationaux d'autre part .

Les progrès ont été considérables dans le domaine militaire, grâce au programme international "Nuclear Forces in the Evolution of Postwar American-European-Soviet Relations – A Four Nations Program", aussi appelé Nuclear History Program (NHP), qui s'est étendu sur les années 1987-1992 [4].

Ils ont été moins grands en ce qui concerne le nucléaire civil. Il est vrai que son développement a été plus tardif que le nucléaire militaire. L'ouverture des archives, condition essentielle permettant de faire œuvre d'historien, a été très récente et très limitée[5]. En ce qui concerne les entreprises internationales, il importe de souligner le rôle pionnier de l'histoire du CERN [6], réalisée par une équipe internationale d'historiens des sciences et dont les deux premiers volumes ont été publiés en 1987 et 1990. Dans la plupart des cas cependant, les ouvrages existants sont l'œuvre de chercheurs en sciences politiques ou de juristes, dont l'approche est différente de celle des historiens[7]. La bibliographie est cependant en train d'évoluer grâce au mouvement actuel d'ouverture des archives[8].

*L'histoire de la Société Eurochemic porte sur une branche particulière des techniques nucléaires, les «activités d'aval du cycle du combustible», qui n'a pas fait jusqu'ici l'objet de recherches historiques* [9]

«Le cycle du combustible nucléaire» (Figures 1 et 2) est le nom habituellement donné à la suite d'activités de caractère industriel qui va de l'extraction minière de l'uranium à l'enfouissement définitif des déchets nucléaires – envisagé, mais qui n'a jusqu'ici pas été réalisé à l'échelle industrielle. La partie centrale du

---

2 GOWING M. (1964), *Britain and Atomic Energy 1939-1945*, suivi de GOWING M. (1974), *Independence and deterrence. Britain and Atomic Energy 1945-1952.*

Les références bibliographiques sont en règle générale données de manière abrégée dans les notes infrapaginales. Une bibliographie thématique est présentée après la conclusion générale. Les références complètes sont classées par ordre alphabétique à la fin de l'ouvrage.

3 GOLDSCHMIDT B. (1980) reste encore aujourd'hui un ouvrage de référence indispensable, malgré l'absence très regrettable de toute indication de sources et de toute bibliographie. Son auteur n'est pas un historien, mais un des principaux acteurs français du nucléaire. L'ouvrage comporte deux parties, «l'explosion», consacrée aux aspects militaires, et «la combustion», qui porte sur les aspects civils. Né en 1912, ingénieur de l'Ecole de Physique et de Chimie de Paris, Bertrand Goldschmidt travailla au laboratoire Curie de 1934 à 1940. Il participa aux recherches atomiques britanniques et américaines durant la seconde guerre mondiale et fut avec Jules Guéron à l'origine du développement de la chimie des matières nucléaires au CEA, avant de diriger les relations extérieures du Commissariat. Il joua à ce titre un rôle dans l'histoire d'Eurochemic.

4 Ce projet, financé par des fondations allemandes et américaines et regroupant des universitaires et des chercheurs, sous la direction de Uwe Nerlich (Stiftung Wissenschaft und Politik) et de George Quester (Maryland University), s'est traduit par la publication d' "Occasional Papers" à partir de 1989. La branche française était dirigée par Maurice Vaïsse, autour du Groupe d'études français pour l'histoire de l'armement nucléaire (GREFHAN). Cf. *Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte* (1988), pp. 373 sq., VAÏSSE M. (1991), L'Histoire de l'armement nucléaire, *Vingtième Siècle*, n°32, octobre-décembre 1991, pp. 93-94.

5 Si les historiens du CERN ont eu libre accès aux archives de l'organisation, l'historien d'EURODIF a travaillé sur une documentation éclatée et partielle, en raison de l'absence d'archives historiques à Pierrelatte, et a essentiellement dû bâtir son ouvrage, pourtant commandé par l'entreprise elle-même, sur les résultats d'entretiens, cf. DAVIET J.P. (1993), p. 367. Il a cependant pu avoir accès à «un certain nombre de dossiers» des archives historiques en voie de constitution au CEA.

6 HERMANN A., KRIGE J., MERSITS U., PESTRE D. (1987 et 1990).

7 Par exemple, en ce qui concerne les ouvrages généraux sur Euratom, on ne dispose pour l'instant que d'ouvrages écrits dans les années soixante par des chercheurs en sciences politiques, POLACH J.G. (1964), SCHEINMAN L. (1967), en fait un long article, et de celui de PIROTTE O., GIRERD P., MARSAL P., MORSON S. (1988), qui sont des juristes.

8 Le mouvement d'ouverture semble plus avancé aux Etats-Unis, grâce à la politique de déclassification massive des archives de l'USAEC par le DoE.

9 Une présentation rapide de l'aval du cycle du combustible et de ses caractéristiques a été toutefois faite récemment, WALKER W. (1992).

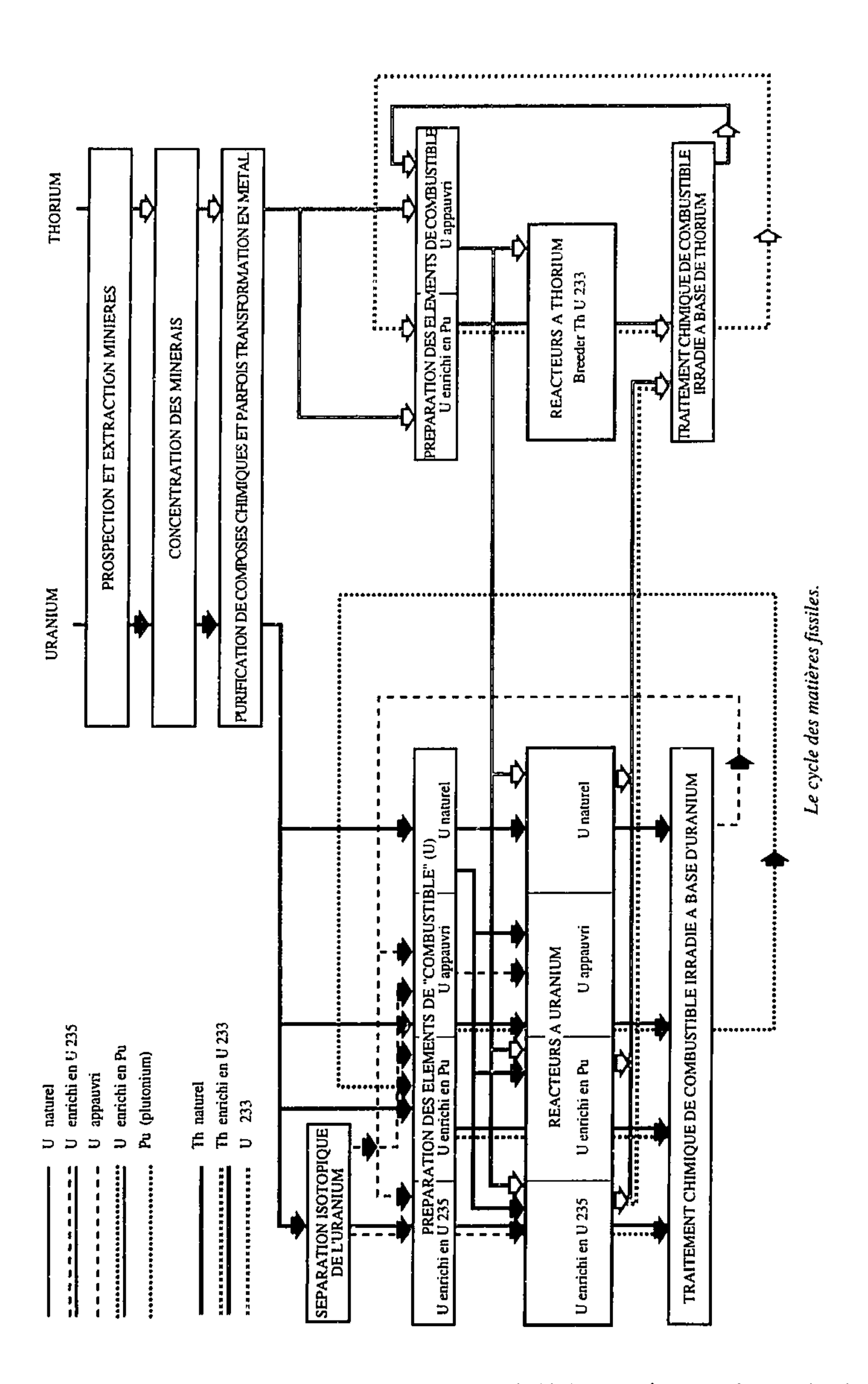



**Figure 1.** Le «cycle des matières fissiles» vu par l'OECE en 1957. Deux cycles sont alors envisagés, celui de l'uranium et celui du thorium. La dimension des déchets est ignorée. (Source : AEP/OECE (1957), p. 309.)

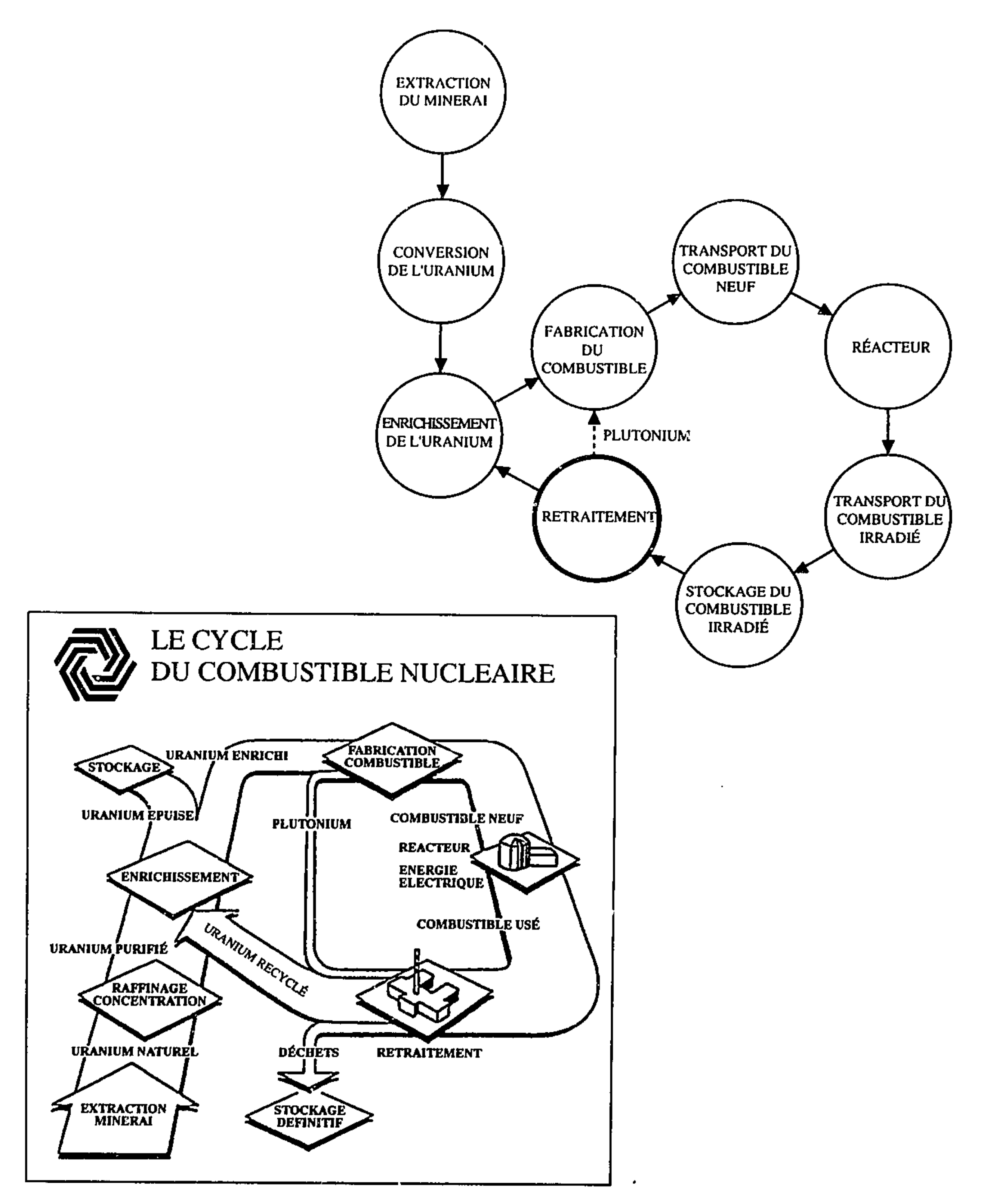



**Figure 2.** La place du retraitement dans le cycle du combustible, vue par la Direction générale de la COGEMA en 1979 et par la Direction de la Communication de l'établissement de COGEMA-La Hague en 1992. Si l'amont du cycle, de la mine à la conversion, est représenté en 1979, le schéma n'évoque pas la gestion des déchets nucléaires issus du retraitement, qui fait que le cycle n'est en réalité pas totalement bouclé. Si le retraitement permet le recyclage de l'uranium et du plutonium, il produit aussi des déchets. Il y a donc un aval du cycle, qui est pris en compte de manière éclatée sur le schéma de 1992, où il est distribué entre le stockage de l'uranium épuisé et le stockage – actuellement provisoire pour les plus actifs – des déchets issus du retraitement. (Source du document du haut : RGN (1979), p.160. Source du document du bas : Brochure de schémas «Le retraitement des combustibles irradiés à La Hague», figure n°1, Tourlaville, distribuée aux visiteurs de l'établissement en 1992.)

cycle est la production électronucléaire. Par rapport à cette partie centrale, on distingue des activités dites «d'amont du cycle» qui vont de l'extraction minière à la fabrication du combustible en passant par le raffinage et la séparation isotopique, et des activités dites «d'aval du cycle», comportant le retraitement et la gestion des déchets. L'activité de retraitement est essentielle pour justifier l'appellation de cycle. Dans le retraitement, des matières fissiles sont en effet récupérées avant d'être recyclées dans les usines de séparation isotopiques ou dans celles de fabrication du combustible. Les usines de retraitement assurent donc ce qu'on appelle «le bouclage du cycle».

Le retraitement et la gestion des déchets nucléaires sont des activités particulièrement sensibles et aujourd'hui discutées pour des raisons qui tournent autour des problèmes de prolifération, de sûreté et de sécurité, ainsi que de préservation de l' environnement. Une étude s'appuyant sur des archives de qualité peut ainsi contribuer à éclairer les débats actuels, qu'ils portent sur la place du retraitement dans l'industrie nucléaire – si les États-Unis ont abandonné celui-ci en 1977 et si l'Allemagne y a renoncé sur son territoire depuis 1989-1990, la France, le Japon, le Royaume-Uni et l'Inde continuent à y investir – sur les risques de prolifération, le retraitement isole l'uranium, le plutonium et les produits de fission, ou bien encore sur la production et la gestion des déchets nucléaires – notamment en ce qui concerne les quantités à traiter, les coûts et les méthodes de conditionnement. Le thème du stockage définitif en surface ou en formations géologiques profondes reste cependant en dehors du champ de l'histoire d'Eurochemic.

Du point de vue de l'histoire des techniques, Eurochemic fut un lieu d'apprentissage, de création, de transfert et de diffusion de connaissances.

Eurochemic a manipulé, séparé et conditionné de l'uranium, du plutonium et des produits de fission. Elle a élaboré des techniques particulières de retraitement, appliqué un programme de conditionnement de ses déchets radioactifs et amorcé le démantèlement de son site.

L'histoire d'Eurochemic est aussi celle d'un double transfert de technologies, à la fois géographique et sectoriel. Les Etats-Unis, pionniers dans le domaine de l'industrie du retraitement, ont en effet largement guidé les premiers pas de l'entreprise. Eurochemic s'est également appuyée sur l'expérience française. Les scientifiques et techniciens européens se sont approprié les savoir-faire américain et français, les fondant et les adaptant aux exigences de la collaboration européenne. La construction de l'usine, réalisée en commun par des entreprises européennes, a entraîné, outre une coopération exceptionnelle, l'adaptation à un établissement nucléaire de matériels provenant d'autres secteurs industriels, comme la chimie, la métallurgie ou l'électronique.

Le but de l'entreprise était aussi la diffusion des connaissances aux actionnaires et la formation de scientifiques et de techniciens. A cet égard, la Société a produit de l'information et des savoir-faire autant que des matières radioactives. Elle a formé et lié par le travail en commun plusieurs centaines de spécialistes, que l'on retrouve dans les activités de retraitement, de gestion des déchets ou dans d'autres secteurs de l'industrie nucléaire. Cet aspect d'Eurochemic peut ainsi contribuer à une meilleure connaissance du fonctionnement concret des réseaux scientifiques et techniques.

***Lieu de coopération européenne, Eurochemic a été à la fois un acteur de la vie internationale et un objet façonné et remodelé par les forces internationales et leur évolution depuis le milieu des années cinquante***

L'histoire des relations internationales connaît actuellement un renouvellement certain. Une approche plus attentive au jeu des forces profondes, à l'articulation des différents niveaux de décision et aux mouvements de convergence et de divergence entre les différentes cultures caractérise cette mutation, qui commence à se révéler féconde dans l'histoire des relations européennes et à porter ses fruits dans celle des relations internationales nucléaires[10]. La coopération à l'œuvre à Eurochemic intéresse essentiellement des pays d'Europe occidentale, mais les Etats-Unis y jouent un rôle important. La naissance de cette coopération est contemporaine du foisonnement des organisations européennes des années cinquante, qui affecte le domaine nucléaire comme d'autres. Son évolution reflète celle des relations internationales.

L'analyse de la création de l'entreprise peut apporter une contribution à l'histoire de la décision internationale en matière de hautes technologies[11]. La réussite du projet qui se traduisit par la naissance de l'entreprise dépendit de la conjonction, à un moment historique donné, des intérêts nationaux des différents Etats

[10] Cf. par exemple les n°68 et 69 de *Relations internationales*, hiver 1991 et printemps 1992, consacrés au «nucléaire dans les relations internationales». En ce qui concerne la coopération nucléaire en Europe, voir l'état de l'historiographie établi par Maurice Vaïsse à l'occasion du colloque de Louvain-la-Neuve des 18 et 19 novembre 1991, VAÏSSE M. (1992).

[11] Cf. PESTRE D. (1986) et KRIGE J. ed.(1992), ainsi que le cours consacré par John Krige à une étude comparative du CERN et de l'ELDO lors de l'Université d'été qui s'est tenue à la Cité des sciences et de l'industrie de La Villette en juillet 1994.

créateurs, et de l'utilisation de cette conjoncture favorable par l'action volontariste d'un noyau d'hommes venus d'horizons géographiques et professionnels variés, regroupés autour de celui qui devait devenir le premier Directeur général de l'Agence européenne pour l'énergie nucléaire de l'OECE, Pierre Huet.

Par une méthode «d'approximations successives», qui permit en quelques mois de passer d'une notion abstraite d'entreprise commune à un projet précis d'usine de retraitement, fut défini et accepté internationalement un cadre de coopération technique qui se situait à la confluence des attentes techniques et politiques de la plupart des pays de l'OECE. Eurochemic devait associer, par une coopération étroite dans une entreprise commune d'un type nouveau, une «Société d'économie mixte internationale», des entités publiques et des industries de pointe européenne. A cet égard, l'expérience d'Eurochemic constitue une expérience précoce de coopération internationale aussi bien en matière de R&D que dans le domaine industriel.

Les intérêts des nombreux acteurs de cette coopération étaient donc très divers et, partant, le consensus fut instable au fil du temps. La poursuite de l'expérience de coopération consista en la recherche d'un équilibre dynamique et fluctuant dans un environnement changeant. L'équilibre politique suffisant à la continuité de l'expérience a pu être maintenu, ou plutôt recréé en permanence, pour des raisons complexes et parfois inattendues que l'analyse des archives permet de préciser. La décision de mettre fin aux activités de retraitement marqua la fin de l'équilibre, mais pas immédiatement celle de la coopération, en raison notamment des contraintes très fortes induites par la présence de déchets nucléaires sur le site.

L'expérience Eurochemic des années 1974 à 1985 constitue également un cas unique de «nationalisation» d'une entreprise internationale. Elle permet de décrire les relations s'établissant entre un État souverain, la Belgique, et une structure internationale située sur son territoire. Cette situation a des implications juridiques, économiques et environnementales particulières, du fait notamment que la Société est régie par une Convention internationale et, à titre subsidiaire seulement, par le droit national, qui s'applique notamment aux relations entre la Société et ses salariés, à la procédure de concertation avec les autorités nationales chargées de la sûreté et de la sécurité, ainsi qu'à l'activité industrielle et commerciale.

Eurochemic, créée à l'initiative de l'OECE, a entretenu de ce fait des liens étroits avec l'AEEN. Celle-ci joua de fait un rôle déterminant dans la mise en place et dans l'évolution de la Société. Eurochemic a également été en relation avec d'autres organisations internationales spécialisées, comme Euratom – cinq de ses six membres participent à la Société – et l'Agence internationale de l'énergie atomique dépendant de l'ONU, en particulier pour ce qui concerne le contrôle de sécurité. Se nouent aussi à Eurochemic, en particulier autour du système des garanties liées à la livraison des combustibles américains puis au Traité de non prolifération, des liens spécifiques entre ces différentes organisations internationales.

Enfin, Eurochemic comme expérience unique de retraitement international est susceptible de nourrir la réflexion sur les conditions de l'internationalisation des activités du cycle du combustible, qui est périodiquement proposée comme une des solutions permettant de réduire les risques de prolifération[12].

***Eurochemic est une entreprise nucléaire qui a connu, pendant sa courte existence, de profondes mutations à la fois dans ses structures et dans son objet***

Eurochemic était une entreprise, plus exactement une société internationale par actions, dont les buts étaient la recherche appliquée et la prestation d'un service industriel, le retraitement.

La coopération internationale dans le domaine des technologies lourdes a sécrété des formes variées qui vont de l'Organisation internationale spécialisée, comme le CERN, au Groupement d'Intérêt Économique (GIE), comme Airbus Industrie[13]. La forme choisie pour Eurochemic était très originale et joua un grand rôle dans l'évolution de la Société. A ce titre son histoire s'inscrit dans le champ aujourd'hui fécond de l'histoire des entreprises, noyau d'une histoire des organisations en émergence[14]. L'histoire des entreprises porte depuis Alfred D. Chandler une attention particulière aux relations s'établissant entre les stratégies et les structures, et l'histoire des organisations amène, sur les traces du chercheur en gestion Henry Mintzberg, à une relativisation du caractère rationnel généralement attribué à l'élaboration des stratégies d'entreprises, face à un environnement changeant et souvent surprenant. Les transformations dans la nature de l'entreprise sont indissociables de celles de ses structures et reflètent, suivant les périodes, les contraintes subies ou les stratégies élaborées. Les nombreuses

---

[12] Du plan Lilienthal-Acheson de 1946 aux propositions anciennes et actuelles de l'AIEA.

[13] Sur les formes prises par la coopération dans le domaine aéronautique et spatial, les «organisations mutuelles», voir KOENIG C., THIETARD R.A. (1988).

[14] Sur l'histoire des organisations et ses relations avec les sciences de gestion, voir l'article fondateur de Patrick Fridenson dans *Les Annales*, FRIDENSON P. (1989). Eurochemic, qui n'est pas «une vraie entreprise» mais un hybride public-privé, du moins au début de son existence, est assurément un objet d'histoire des organisations au sens où l'entend Patrick Fridenson.

modifications de l'organigramme pendant la première vie de l'entreprise, qui sont en fort contraste avec la stabilité de ses structures pendant sa seconde vie, sont très significatives à cet égard.

La double vocation de l'entreprise, qui s'exprime dans sa définition de «pilote-industriel», se traduisit, à l'époque de sa création, par un compromis obérant son avenir. Sa vocation de R&D entraîna, pour son fonctionnement interne, l'établissement de relations très spécifiques entre la Direction des recherches, la Direction technique et les nombreuses entreprises extérieures appelées à coopérer pendant la phase d'élaboration du projet et de construction. Sa vocation industrielle la mit en relation avec le marché du retraitement, aux caractéristiques uniques, dues à la nature du service industriel rendu, l'extraction de l'uranium et du plutonium, des matières à «haute valeur politique ajoutée».

La nature nucléaire de l'activité généra d'ailleurs une organisation du travail particulière, avec définition des postes, règles de procédure et de surveillance strictes qu'il est possible de décrire et d'analyser avec précision. Dans ce domaine il apparaît que les politiques de sécurité, de prévention et de gestion des risques furent mises en place de façon très précoce. Les incidents et accidents potentiels firent l'objet d'une analyse dès 1965 et les incidents réels de rapports détaillés[15], tant en ce qui concerne leur déroulement que leurs conséquences radiologiques.

Mais l'histoire d'Eurochemic est aussi celle d'une rapide mutation qui mena l'entreprise du retraitement à la gestion des déchets radioactifs. Cette mutation s'accompagna bien sûr d'une transformation de ses structures et d'une reconversion des hommes. La taille modeste de l'entreprise permet de suivre de près cette métamorphose.

La possibilité de faire entrer dans le champ historique cet objet nouveau dépendait cependant des sources et de l'organisation du travail sur elles.

**Un récit historique né de la confrontation systématique entre les sources écrites et la mémoire des acteurs**

***Les sources écrites***

L'ouverture sans restriction aucune des archives de la Société Eurochemic constitue une opportunité rare pour appliquer des méthodes historiques classiques à un objet d'histoire du temps présent.

Faire écrire l'histoire de la Société Eurochemic avait été envisagé par les membres du Conseil des liquidateurs de l'entreprise dès 1985 [16] et considéré comme la phase ultime de la coopération qui avait été à l'œuvre pendant trente-cinq années. Il s'agissait de «tirer les leçons de l'expérience», mais aussi de la faire plus largement connaître et de la transmettre[17]. A l'issue de la dernière réunion du Conseil en novembre 1990, les modalités pratiques de la rédaction d'un «historique» furent fixées. Un Comité d'édition composé des principaux acteurs et témoins[18] fut constitué par le Conseil et un historien fut choisi en février 1991.

La première phase du travail qui m'incomba fut de constituer des archives historiques à partir des abondants fonds administratifs qui s'étaient accumulés au cours des années et qui avaient été répartis entre le siège de l'organisation de tutelle de l'entreprise, l'Agence pour l'Energie Nucléaire de l'OCDE, à Paris[19], le siège de l'entreprise et celui de la Société Belgoprocess qui avait repris la gestion du site, tous deux à Mol en Belgique[20].

---

15 L'histoire d'Eurochemic peut ainsi contribuer à une meilleure connaissance de la gestion concrète des risques industriels dans une branche d'activités usuellement considérée, surtout après le traumatisme de Chernobyl, comme particulièrement délicate et «cindynogène», cf. KERVERN G.Y., RUBISE P. (1991).

16 Le Secrétaire du Conseil des Liquidateurs, Otto von Busekist, avait alors commencé des travaux préparatoires et commencé à mettre de l'ordre dans les Archives. Il a eu l'extrême obligeance de me transmettre ses dossiers.

17 La fin d'une autre entreprise commune de l'AEEN/OCDE, Dragon, avait entraîné la rédaction d'une rétrospective confiée à un journaliste scientifique britannique, SHAW E.N. (1983).

18 Voir sa composition infra.

19 Les archives de l'AEEN sont en cours de transfert et seront accessibles, suivant la règle trentenaire, aux Archives Européennes à Florence.

20 La constitution des archives historiques n'aurait pas été possible sans l'aide de Pierre Strohl et sans celle de la documentaliste de l'AEN/OCDE, Sally Godwin, ni sans le concours qui m'a été apporté à Mol, pour le fonds Eurochemic, par Otto von Busekist, ancien Conseiller juridique de l'AEN/OCDE et ancien Secrétaire du Conseil des Liquidateurs de la Société Eurochemic, Willem Drent, ancien Chef de la Section de Documentation d'Eurochemic, et Oscar Martinelle, chef de la Division financière d'Eurochemic. Des ressources documentaires appartenant à la Société Belgoprocess ont été mises à ma disposition par Els Delande, Chef de la Documentation et des Relations publiques, avec l'assentiment de J. Claes, Directeur général de l'entreprise et avec l'accord de l'ONDRAF.

Ces archives sont d'une qualité et d'une richesse exceptionnelles. Cela est dû à la nécessité de tenir au courant les multiples acteurs qui participent à toute expérience de coopération internationale. Cela est également renforcé par un des objets mêmes de cette coopération, c'est-à-dire la mise à disposition de l'information aux participants. Un important effort de vulgarisation a en particulier été déployé dans les documents car des experts devaient exposer à des non-spécialistes les éléments techniques destinés à leur permettre de prendre les décisions politiques ou financières. Cet état des choses a facilité dès le départ la compréhension des enjeux techniques, même si les argumentaires techniques sont toujours quelque peu unilatéraux[21].

Mais la masse de la documentation existante exigeait que soit définie une stratégie de lecture et d'utilisation.

Il fallait déterminer quelles archives seraient utilisées comme sources écrites principales pour le présent ouvrage. Il était en effet impossible, dans le temps imparti pour l'étude, et d'ailleurs inutile pour une histoire générale de l'entreprise, de lire les dizaines de mètres linéaires constituant les archives historiques.

Si les sources internes sont peu nombreuses au départ, ce qui m'obligea à rassembler une documentation très éparse, leur volume explose avec la croissance du projet. L'examen des circuits d'information et de décision de l'entreprise entraîna donc, pour la période d'existence de la Société, à privilégier les archives du Conseil d'administration et de son héritier, le Conseil des liquidateurs, ainsi que celles du Groupe spécial, qui exprimait la tutelle des gouvernements sur l'entreprise au sein de l'OCDE. Au Conseil d'administration remontaient en effet toutes les informations nécessaires à la surveillance de l'entreprise et à la prise des décisions techniques. Le Comité technique et le Directeur général leur faisaient régulièrement rapport. Quant au Groupe spécial représentant les gouvernements, il discutait les grandes orientations stratégiques et réglait les problèmes financiers, sur la base de dossiers de synthèse en général très bien faits. Les procès-verbaux des réunions permettent, au-delà de leur style souvent lisse, de suivre les analyses et les discussions, voire les affrontements entre les partenaires de la coopération[22]. Mais à côté de ces sources, de nombreux autres documents ont été utilisés au gré des besoins ou des découvertes.

L'utilisation de ce type de sources a bien sûr des conséquences sur le type d'histoire menée dans l'ouvrage et en marque les limites. L'histoire interne et l'histoire vue «d'en haut», c'est-à-dire au niveau des dirigeants, sont privilégiées, au détriment de l'histoire sociale ou de la prise en compte de l'impact local ou régional de l'entreprise[23]. Pour tenter d'éviter l'enfermement et pour expliciter certaines allusions, une tentative de mise en perspective et d'élargissement au contexte général a été menée par le recours aux rares ouvrages de synthèse et surtout par le dépouillement systématique de revues couvrant l'ensemble de la période[24]. Ont été principalement utilisées deux sources émanant des milieux nucléaires des deux principaux pays membres d'Eurochemic. La revue allemande *Atomwirtschaft* [25], forme une série continue depuis 1956. Pour la France a été utilisé l'enchaînement *L'âge nucléaire* (1956-1958), *Énergie nucléaire* (1957-1974) [26] et *la Revue générale nucléaire* depuis 1975 [27]. Ainsi fut élaborée une grille chronologique qui peut être utile pour comprendre des évolutions internes à l'entreprise[28].

---

L'ensemble des archives historiques Eurochemic devrait rejoindre les archives de l'OECE/OCDE au sein des Archives des Communautés Européennes à Florence à partir de 1995.

[21] Ce caractère rend quasiment impossible de développer des «analyses de controverses» à partir de la seule exploitation des archives d'Eurochemic.

[22] Mais il est difficile, voire impossible de faire une analyse fine de la prise de décision. Les textes conservés constituent en effet des synthèses, approuvées après que le processus d'affrontement a eu lieu.

[23] Outre les contraintes de temps, l'écriture d'une telle histoire nécessite des capacités linguistiques particulières. Les langues de décision, qui sont aussi les deux langues officielles de l'OCDE, sont en effet le français ou l'anglais, mais l'essentiel de la vie sociale de l'entreprise, c'est-à-dire impliquant le personnel et l'environnement local, se déroulait en néerlandais.

[24] Ont été surtout utilisées pour l'ouvrage les collections du Centre de documentation du CEA situé au CEN de Saclay, qui constitue par l'abondance de ses richesses en ouvrages, rapports et revues une source irremplaçable de documentation pour tout historien du nucléaire en France, ainsi que les fonds de divers autres bibliothèques ou centres de documentation, la Bibliothèque de Documentation Internationale Contemporaine (BDIC) de Nanterre, l'Institut historique allemand, la Médiathèque d'histoire des sciences et des techniques de la Cité des sciences et de l'industrie de la Villette ainsi que la bibliothèque de l'OCDE.

[25] Abrégée en *AtW.*

[26] Abrégée en *EN.*

[27] Abrégée en *RGN.*

[28] Une chronologie succincte reprenant les éléments les plus importants de cette grille est jointe en annexe après chaque partie de l'ouvrage .

*Une confrontation systématique avec la mémoire des acteurs*

Mais l'historien du temps présent qui a la chance de disposer d'archives a également le privilège de pouvoir discuter des résultats du dépouillement des sources écrites et des hypothèses qu'il avance tant avec ses collègues qu'avec des acteurs et des témoins directs.

Lucien Fèvre, dans un article publié dans les Annales en 1935, appelait de ses vœux la constitution en histoire des techniques d'une «coopérative de travail» associant des techniciens véritables et un historien, chargé de tenir «finalement la plume pour dégager, accorder, ordonner, et, s'il le faut, expliciter les résultats obtenus par tous»[29].

L'organisation du travail de coopération avec le Comité d'édition n'est pas sans quelque analogie avec ce modèle.

Au Comité, placé sous la présidence de Pierre Huet, ancien Directeur général de l'AEEN, Conseiller d'Etat honoraire, et comprenant Emile Detilleux, ancien Directeur général d'Eurochemic, ancien Directeur général de l'ONDRAF, Marcel Frérotte, ancien Directeur général de l'Energie du Ministère belge des affaires économiques, ancien Président de l'ONDRAF, Oscar Martinelle, ancien Directeur financier d'Eurochemic, Jean-Michel Pictet, ancien Président du Groupe Spécial Eurochemic, Rudolf Rometsch, ancien Directeur général d'Eurochemic, ancien Directeur général adjoint de l'AIEA, ancien Président de la CEDRA/NAGRA, Yves Sousselier, ancien Président du Comité technique d'Eurochemic, ancien Conseiller scientifique du CEA, et Pierre Strohl, ancien Secrétaire général d'Eurochemic, ancien Directeur général adjoint de l'AEN/OCDE[30], furent transmises au fur et à mesure de l'exploitation des archives les premières versions des différents chapitres. Les membres du Comité me firent part de leurs remarques et observations par écrit ou oralement, lors de trois réunions générales et lors de réunions régulières avec deux groupes techniques, l'un centré sur les problèmes juridiques et politiques, l'autre sur les problèmes plus proprement chimiques.

La nature contemporaine de l'objet historique et la méthode suivie permirent aussi des allers-retours entre l'écrit et la mémoire des acteurs.

Un programme d'entretiens individuels fut établi[31]. Il s'est déroulé en deux vagues. La première, préalable à la rédaction, concerna des témoins ayant suivi l'entreprise sur une longue durée et porta sur des sujets généraux. Il s'agissait de prendre connaissance de leur vision générale de l'histoire de l'entreprise et de ses différentes phases. La seconde fut essentiellement réalisée en cours de rédaction et portait sur des points plus particuliers. restés obscurs ou dont l'interprétation restait sujette à controverse.

Ces confrontations entre le passé, tel qu'il apparaissait dans le travail d'un historien[32], et les traces laissées dans la mémoire des acteurs furent très enrichissantes. Elles nourrirent autant la réflexion des témoins sur la nature de leurs propres souvenirs, tenant à leur place dans l'histoire de l'entreprise et au «point de vue» qu'ils pouvaient donc avoir sur l'évolution d'ensemble, que celle de l'historien. Tout récit historique, et donc celui-ci, est une construction, et non la reconstruction d'une vérité, au sens où l'on parle couramment d'une «reconstitution historique». Le propre de la démarche historique suivie ici, qui fait son utilité, mais qui marque aussi sa limite, est de tenter de donner du sens à ce qui s'est passé. Ce sens n'était pas perçu par des acteurs qui étaient immergés dans les événements et qui, pour reprendre leurs propres termes, avaient parfois le sentiment

---

29 Réflexions sur l'histoire des techniques, *Annales*, 1935, pp. 531-535. Republié dans le recueil *Pour une histoire à part entière*, Paris, SEVPEN, Bibliothèque générale de l'EPHE, VIe section,1962, 852 p., pp. 559-664. La citation est tirée de cette dernière référence, p. 664.

30 L.A.Nøjd, ancien Président du Groupe spécial et Teun J. Barendregt, ancien Directeur technique, qui faisaient initialement partie du Comité d'édition, sont décédés avant la première réunion.

31 Les entretiens concernèrent Maurits Demonie, technicien puis ingénieur à Eurochemic puis Belgoprocess depuis 1962, Emile Detilleux, Directeur général d'Eurochemic de 1973 à 1984, Louis Geens, technicien puis ingénieur à Eurochemic puis Belgoprocess, Pierre Huet, Directeur Général de l'AEEN de 1959 à 1963, conseiller d'Eurochemic de 1963 à 1990, Yves Leclercq-Aubreton, Directeur de l'Administration d'Eurochemic de 1960 à 1969, Directeur général d'Eurochemic de 1969 à 1972, Michel Lung, ingénieur à SGN, Oscar Martinelle, Chef de la Division financière d'Eurochemic, Alain Mongon, ingénieur chargé de l'instrumentation de 1962 à 1964, André Redon, ingénieur au CEA, Rudolf Rometsch, Directeur général d'Eurochemic de 1964 à 1969, Earl Shank, ingénieur chimiste à l'ORNL, conseiller américain auprès d'Eurochemic de 1962 à 1969, Yves Sousselier, Président du Comité Technique d'Eurochemic de 1957 à 1990, Pierre Strohl, Directeur général adjoint de l'AEN/OCDE de 1982 à 1992, et Walter Schüller, ancien Chef de Section d'Eurochemic, ancien Directeur général de l'usine-pilote allemande WAK. Les dates et lieux de ces entretiens sont précisés dans la présentation des sources.

32 Une première version du présent ouvrage a été préparée sous la direction de Patrick Fridenson et soutenue comme thèse de doctorat à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales à Paris en 1994, devant un jury constitué par MM. Dominique Pestre, Jean-Jacques Salomon, Pierre Strohl et Maurice Vaïsse. Jean-Pierre Daviet, John Krige, Michel Margairaz et Alan S. Milward m'ont également fait bénéficier de leurs encouragements et conseils.

«d'avancer dans le brouillard». Ce sens, construit a posteriori par le récit, ne doit donc pas occulter le fait que certaines décisions furent prises dans un contexte d'incertitude. Ce fait est particulièrement net en ce qui concerne la gestion des déchets nucléaires. Mais, si sélectionner les «informations pertinentes», «utiles» pour le récit, expose au reproche téléologique, ne pas le faire comporte le risque de l'inachèvement, du questionnement perpétuel, ainsi que de l'explosion documentaire. Il fallait aboutir et produire un livre, c'est-à-dire choisir *un* chemin. D'autres sont cependant possibles et seraient probablement aussi légitimes que celui qui a été tracé. A cet égard il est vivement souhaitable que le dépôt dans le fonds d'archives de l'Union européenne à Florence stimule d'autres recherches sur une entreprise dont la mémoire mérite assurément d'être sauvegardée et dont la vie pourrait ainsi se poursuivre comme «objet d'histoire».

***Un récit suivant une trame essentiellement chronologique et secondairement thématique***

La masse de la documentation, qu'il fallait scinder en sous-ensembles, la procédure de confrontation entre les deux grands types de sources, écrites et orales, les exigences du genre, monographique et général, enfin les caractéristiques propres à l'évolution d'une entreprise qui changea d'activité dominante au cours de sa vie commandaient un découpage chronologique.

Le plan adopté pour l'ouvrage est ainsi articulé autour de quatre grandes parties couvrant un demi-siècle d'histoire, la première et la dernière s'étendant chacune sur une période de quinze années (1940-1955 et 1975-1990), la seconde et la troisième couvrant chacune dix ans. Une cinquième partie tente une double mise en perspective thématique de l'ensemble de la période.

La première partie concerne les origines d'un projet issu de la rencontre, a priori inattendue entre l'Organisation européenne de coopération économique (OECE) et le retraitement à des fins civiles des combustibles nucléaires irradiés. Elle montre comment et pourquoi différents pays européens furent amenés, dans le cadre de l'OECE, à envisager une coopération dans ce domaine, et comment cette volonté de coopération engendra la Convention du 20 décembre 1957, qui devait donner naissance à la Société.

La seconde partie s'intéresse à la réalisation du projet. Elle fut difficile et le projet faillit échouer pour des raisons à la fois financières et politiques, mais les conditions de la coopération technique, celles qui présidèrent aux transferts de technologie nucléaire aussi bien qu'à la coopération entre les entreprises européennes chargées de la construction, permirent le démarrage de l'activité de retraitement en 1966.

La troisième partie retrace la première vie de l'entreprise et insiste sur les conditions dans lesquelles a été pratiquée pendant dix années l'activité de retraitement à Eurochemic, ainsi que sur les raisons pour lesquelles il fut décidé d'y mettre fin. Elle s'achève par une mesure de l'héritage industriel et technique, dont une partie détermina largement la seconde vie de l'entreprise.

Cette seconde vie couvre les quinze années qui séparent la fin du retraitement de la dissolution de la Société en 1990. Ce fut une période marquée par la reprise du site et par l'exécution d'un programme presque complet de gestion des déchets nucléaires. Une partie conclusive tente de replacer l'entreprise dans des perspectives plus larges concernant d'une part l'histoire technique du retraitement, d'autre part l'histoire de la coopération européenne.

### *Précisions sur les unités*

L'OCDE et Eurochemic ont utilisé de 1950 à 1958 une monnaie de compte, l'Unité de Compte de l'Union Européenne des Paiements (UC/UEP) et jusqu'en 1973 l'Unité de Compte de l'Accord monétaire européen (UC/AME). La valeur de l'UC/UEP et celle de l'UC/AME étaient équivalentes à celle du dollar américain jusqu'à la fin du régime réel des parités fixes et valait 50 Francs belges (FB). A partir de 1971 l'unité de compte utilisée par Eurochemic a été accrochée à la valeur de 50 FB.

**Les grands types de radioactivité et leur mesure**

| *Nom du type de radioactivité* | *Nature* | *Distance d'effet par ordre croissant* |
|---|---|---|
| Alpha | émission d'un noyau d'hélium (hélion) | quelques cm d'air |
| Bêta plus | expulsion d'un positron | |
| Bêta moins (bêta naturelle) | expulsion d'un électron | |
| Gamma[33] | émission d'un photon | plusieurs cm de plomb |

**Unités de mesures de la radioactivité** [34]

Les deux systèmes d'unités de mesure employées durant la période couverte par l'histoire d'Eurochemic

| *Type d'Unité* | ***Émission.*** *Activité de la source* | ***Réception :*** *Energie reçue (DPA : dose physique absorbée)* | ***Réception.*** *Effet biologique (EBD : équivalent biologique de dose); (EDE : équivalent de dose efficace)* [35] |
|---|---|---|---|
| Ancienne unité et définition | CURIE (Ci) 1 Ci est l'activité de 1g de l'isotope 226 du radium | RAD [36] 1Ci génère 1 RAD à 1 m | REM 1 REM correspond à 1 RAD |
| Unité du système international (USI) et définition | BECQUEREL (Bq) 1Bq est l'activité correspondant à 1 désintégration par seconde | GRAY (Gy) Energie cédée par le rayonnement à l'unité de masse de la matière exposée. 1 Gy = 1 joule par kilo ou $10^7$ ergs par kilo | SIEVERT (Sv) 1 Sv correspond à 1 Gy |
| Facteurs de conversion | 1 Ci = 3,7 $10^{10}$ Bq | 1 RAD= $10^{-2}$ Gy | 1 REM = $10^{-2}$ Sv |
| | 1 Bq = 2,7 $10^{-11}$ Ci | 1 Gy = 100 RAD | (1 REM = 10 mSv) |
| | | | 1 Sv = 100 REM |

33 La radioactivité gamma est l'émission d'un photon, appelé aussi «rayon de fission». C'est un rayon X à petite longueur d'onde (de $10^{-10}$ à $10^{-14}$ m de longueur d'onde, de 1018 à 1022 Hertz de fréquence et de 104 à 108 eV d'énergie ) et à forte pénétration dans la matière.

34 Source: TEILLAC J. (1988), TUBIANA M., BERTIN M. (1989).

35 Pour le passage de la mesure des énergies reçues aux équivalents biologiques de dose sont utilisés des coefficients de pondération tenant compte de la nature du rayonnement et de la nature des tissus biologiques, en faisant intervenir un «facteur de qualité», dit «facteur Q», variant de 1 à 20.

En le calculant par unité de temps, on obtient un «débit de dose» ou un «débit d'équivalent de dose», qui s'exprime en Sv/an ou en REM/an, par jour, par heure, etc.

36 Le Roentgen (R) est aussi une unité qui n'appartient pas au système international et qui mesure l'exposition à un rayonnement X ou gamma ainsi que la quantité d'électricité électrostatique produite par ionisation dans 1 $cm^3$ d'air : 1 R = 0,88 RAD ; 1 RAD= 1,14 R. Elle n'est jamais directement utilisée à Eurochemic.

**Choix des unités pour l'ouvrage**

L'usage des unités internationales ne s'est imposé que très tardivement dans les sources. Le taux de conversion des REM en mSv permet des transcriptions faciles. *Le millisievert (mSv) sert donc d'unité de dose dans l'ouvrage.*

Nous avons p^ contre préféré garder *le Curie (Ci)* à la place du Becquerel (Bq) *pour les mesures d'activité*. Le Ci étant une unité beaucoup plus grande que le Bq, les quantités de radioactivité contenues dans des usines nucléaires ou dans les déchets s'expriment en grandeurs qui sont plus faciles à apprécier intuitivement en Ci, i.e. en milliers ou en millions, alors qu'on doit utiliser si l'on s'exprime en Bq des puissances de dix élevées, (par exemple un million de Ci correspond à $3,7.\ 10^{16}$ Bq).

*PREMIÈRE PARTIE*

# Les origines et la naissance du projet

*Février 1940 – décembre 1957*

# Introduction

Le 24 octobre 1956 se tint au Château de la Muette à Paris, siège de l'Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE), la première réunion du «Syndicat d'études pour la création d'une entreprise commune de traitement chimique des combustibles irradiés». Ainsi était lancé le processus qui allait mener à la constitution de la Société Eurochemic.

La rencontre entre une organisation internationale à vocation économique et une branche très spécialisée de l'industrie chimique des matières nucléaires paraît à première vue étrange et mérite donc d'être expliquée.

Pour cela il importe de suivre deux pistes historiques, au départ très distinctes, mais qui convergent peu à peu pour se fondre dans le projet Eurochemic.

La première concerne l'histoire de la chimie des matières nucléaires, sa naissance dans la sphère militaire, en relation avec le programme américain de fabrication de la bombe atomique, sa démilitarisation dix années après, en liaison avec l'évolution des relations internationales après la mort de Staline. Cette histoire fait l'objet du premier chapitre.

La seconde piste concerne l'évolution de la coopération européenne depuis la fin des années quarante, qui est traitée dans le chapitre suivant. Ce dernier montre d'une part comment l'OECE a été amenée à se préoccuper de problèmes de coopération technique et à proposer aux pays européens des structures à cet effet et, d'autre part, pourquoi quatorze pays de l'OECE décidèrent de travailler ensemble dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Le troisième chapitre explique enfin comment la rencontre qui s'est faite entre la chimie des matières nucléaires et l'OECE a débouché sur le projet Eurochemic et pourquoi ce projet, centré sur le retraitement, réussit alors qu'un autre, orienté vers la construction en commun d'une usine de séparation isotopique, échoua.

*Chapitre premier*

## Brève histoire technique et diplomatique du traitement chimique des combustibles irradiés de 1940 à 1956

En février 1941, fut identifié, à Berkeley en Californie, un nouvel élément dans de l'uranium bombardé par des neutrons. Un mois plus tard il fut démontré que cet élément était fissile et supposé qu'il serait plus facile à produire que l'isotope fissile de l'uranium, l'U 235. Celui-ci devait être ultérieurement baptisé «plutonium» et devint l'objet d'un intense effort de recherche dans le cadre du projet de développement de la bombe atomique.

Trois années à peine après la découverte du plutonium, son comportement chimique avait été suffisamment exploré en laboratoire pour qu'on puisse passer à l'étape de la production industrielle. Ce n'est qu'en 1954 cependant que la séparation du plutonium atteignit sa maturité technique avec la mise en service de l'usine militaire de Savannah River en Caroline du Sud qui utilisait le procédé d'extraction PUREX. Ce dernier trouva après décembre 1953 des applications civiles, comme la presque totalité des techniques développées dans l'industrie nucléaire qui furent, à l'origine, développées dans un but militaire. Le procédé d'extraction du plutonium fut adapté pour le retraitement chimique des combustibles nucléaires irradiés. Il entra alors dans le champ d'intérêt des Organisations internationales et, en Europe particulièrement, dans celui de l'OECE, qui en fit un objet de coopération technique.

L'histoire du traitement chimique des combustibles irradiées fait ainsi, jusqu'en 1954, partie intégrante de celle de l'atome militaire. Elle est liée au programme de développement de l'un des deux types de bombes prévus par le projet Manhattan, celle au plutonium. L'objectif principal du retraitement était alors d'extraire le plutonium du combustible à l'uranium dans lequel il s'était formé. La séparation des produits de fission se faisait en même temps car il fallait se débarrasser d'éléments radioactifs gênants. La récupération de l'uranium ne fut envisagée qu'après la guerre.

La naissance du retraitement civil est une conséquence du discours *Atoms for Peace* prononcé par le Président des États-Unis Dwight D. Eisenhower en décembre 1953. Le passage à une logique civile qui s'opère en 1954 et 1955 recentre les activités de retraitement sur l'ensemble des produits, plutonium, uranium et produits de fission. Mais l'existence du plutonium dans le combustible irradié nécessite des garanties particulières et des procédures de contrôle indissociables de l'activité proprement chimique. Le retraitement va ainsi se trouver au cœur de la «diplomatie du plutonium».

Du point de vue technique il faut distinguer deux étapes. Pendant le conflit, en raison de l'urgence, est choisi un procédé de coprécipitation qui est discontinu et qui demande une architecture simple, celle de l'usine-canyon. L'après-guerre voit le développement des procédés continus, la mise en solution aqueuse des combustibles nucléaires et l'extraction à contre-courant par des solvants organiques non miscibles à l'eau qui, en même temps, assurent la séparation. Cette évolution est liée, entre autres facteurs, à la volonté de récupérer dans les combustibles irradiés non seulement le plutonium mais aussi l'uranium, dans un contexte de crainte de la pénurie. A l'aube des années cinquante sont découvertes les propriétés du Tributylphosphate (TBP), qui est au cœur du procédé choisi pour Eurochemic, le procédé PUREX.

Diplomatie et techniques sont donc liées dans l'évolution du retraitement. Au conflit est due son invention, l'immédiate après-guerre et la guerre froide voient des évolutions parallèles dans un monde cloisonné, les tout débuts du dégel entraînent la levée progressive du secret et le triomphe du procédé PUREX.

**De Berkeley à Nagasaki, le retraitement au cœur de la course à la bombe au plutonium (décembre 1940-août 1945)**[1]

La conception et la construction des unités industrielles de production de plutonium furent réalisés très rapidement dans le cadre du projet du "Manhattan District". Elles furent révélées dans l'immédiate après-guerre dans le rapport Smyth[2] qui resta, jusqu'en 1955, la seule source d'information publique sur une activité alors marquée du sceau du secret militaire.

Moins de quatre ans se sont écoulés aux Etats-Unis entre la découverte du plutonium et son utilisation militaire, et treize mois entre les débuts de la construction et l'entrée en activité de la première usine de traitement située à Hanford (Wash.). Cette rapidité était bien entendue exigée par l'urgence militaire, elle était rendue possible par l'organisation très particulière du projet. Les phases habituellement successives de la recherche, du développement d'un pilote et de la réalisation en vraie grandeur étaient en effet menées simultanément. Le changement d'échelle était de plus d'une ampleur considérable, faute de temps pour tester les étapes intermédiaires.

***Du laboratoire à l'usine-pilote – Berkeley, Chicago, Oak Ridge (1940-1943)***

*De la découverte du neptunium à la première production du plutonium en laboratoire (1940-1942)*

La phase de recherche[3] débuta en février 1940 lorsque E.M. McMillan bombarda avec des neutrons une fine couche d'uranium. Le but de l'expérience était de tester le pouvoir pénétrant de certains produits de fission. En en analysant les résultats, Mc Millan trouva également un type de radioactivité différent de celui des produits de fission employés. P.H. Abelson se joignit à lui pour identifier un éventuel élément inconnu. Ensemble ils réussirent à séparer le premier transuranien, de numéro atomique 93 [4], qu'ils baptisèrent neptunium[5]. Sa radioactivité était due à sa désintégration, avec une période de 2,3 jours, en un autre élément transuranien de numéro atomique 94 [6].

Cette recherche fut poursuivie[7] pendant l'hiver 1940-1941 par Glenn.T. Seaborg, A.C. Wahl, J.W. Kennedy et E.G. Segrè, qui produisirent le nouvel élément en bombardant de l'uranium par des deutons puis par des neutrons en utilisant le cyclotron de 60 pouces de Berkeley. Un demi-microgramme de l'isotope 239 de l'élément 94 fut isolé lors de cette première expérience, mais cette faible quantité permit de rassembler des informations sur son comportement chimique[8]. A la mi-mai 1941 les chercheurs purent déterminer que la fission du nouvel élément pouvait être provoquée par des neutrons lents. Cette découverte les engagea à chercher les moyens d'en produire plus dans la mesure où son caractère fissile pouvait permettre, comme pour l'U 235, de fabriquer une bombe atomique. Cinq cents microgrammes furent ainsi produits jusqu'à la fin de 1942 par bombardement prolongé de nitrate d'uranyle et servirent à mieux connaître la chimie de l'élément qui avait été baptisé plutonium[9]. La production en laboratoire fut améliorée et répétée, à Berkeley puis à l'Université

---

1 Cette partie repose sur GOLDSCHMIDT B. (1980), GROVES L. (1962), HEILBRON J.L., SEIDEL R.W. (1989), HOUNSHELL D.A., SMITH J.K. Jr. (1988), ONU (1956), RADVANYI P. et BORDRY M. (1992), SEABORG G.T. (1958), SMYTH H.D.W. (1948), SOUSSELIER Y. (1960), USAEC (1955), ainsi que sur la trilogie HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), HEWLETT R.G., DUNCAN F. (1969) et HEWLETT R.G., HOLL J.M. (1989).

2 Ce rapport, dont le titre développé est *General Account of the Development of Methods of Using Atomic Energy for Military Purposes*, fut rendu public 6 jours après Hiroshima, cf. HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), p. xi, et publié la même année dans la *Review of Modern Physics* XVII, octobre 1945, pp. 351-471, pour des raisons internes aux Etats-Unis, sur les ordres de l'organisateur du projet, Leslie H. Groves. En cas d'échec le Congrès aurait demandé des comptes sur une dépense se montant à plus de trois milliards de dollars, engagée sans aucun contrôle parlementaire. Le Rapport aurait servi à l'équipe de justification. Il fut repris en livre en 1948.

3 SEABORG G.T. (1958), notes transmises par Rudolf Rometsch. HEILBRON J.L., SEIDEL R.W. (1989) évoque la quête européenne des transuraniens depuis 1934 (pp. 430-441) et donne un récit détaillé des travaux parallèles qui menèrent à la découverte du neptunium et du plutonium (pp. 456-464).

4 $^{238}_{92}U+^{1}_{0}n \longrightarrow ^{239}_{92}U \longrightarrow ^{0}_{-1}e+^{239}_{93}Np$.

5 Du nom de Neptune, la planète suivant Uranus lorsqu'on s'éloigne du soleil. Il faut rappeler que l'inventeur de l'uranium, Klaproth, lui avait donné en 1789 donné ce nom en hommage à la découverte de la planète Uranus par Herschel en 1781.

6 $^{239}_{93}Np \longrightarrow ^{0}_{-1}e + ^{239}_{94}Pu$.

7 HEWLETT R.G., ANDERSON O.E. (1962), pp. 34 sq.

8 Les analyses sur de faibles quantités s'inspiraient de méthodes employées en biologie et en pharmacie.

9 Suivant la même logique que celle qui présida au baptême de l'élément 93. L'élément 94 ne fut baptisé qu'en 1942, HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), p.89.

Washington de Saint-Louis. En décembre 1943 deux milligrammes avaient été produits en laboratoire. La séparation de l'uranium irradié était obtenue par un procédé de co-précipitation par le fluorure de lanthane. Ce dernier rendait cependant très difficile le passage à l'échelle industrielle en raison de son caractère très corrosif.

*Du réacteur à la bombe, l'étape indispensable du traitement chimique des combustibles irradiés*

Des laboratoires à la pile X10 et au pilote de Clinton (Oak Ridge)

Il fallait que le procédé de séparation changeât d'échelle pour permettre la production d'une quantité de plutonium suffisante pour pouvoir fabriquer la bombe. Depuis qu'Enrico Fermi avait pu obtenir la première réaction en chaîne dans un empilement alternant uranium naturel et graphite le 2 décembre 1942, il était devenu clair qu'il serait relativement simple de produire de grandes quantités de plutonium dans une «pile» de ce genre.

En effet les neutrons émis par la fission, dans la pile, de l'isotope 235 de l'uranium[10], sont largement absorbés par l'isotope majoritaire, l'uranium 238, qui se transforme alors en uranium 239. Ce dernier se transforme, par deux émissions bêta successives, d'abord en neptunium 239, puis en plutonium 239.

Le plutonium fissile ainsi produit peut être séparé de l'uranium par des moyens chimiques dans la mesure où il s'agit d'un élément au comportement différent, et ce dans des proportions mesurables en kilogrammes par tonne d'uranium. La masse critique, c'est-à-dire la masse minimale nécessaire pour entretenir la fission du plutonium 239 avait été entre temps évaluée[11].

En janvier 1943 fut donc décidée la construction au sein du Clinton Engineers Works d'Oak Ridge, situé à proximité de Knoxville (Tenn.), d'une pile de 1000 kW, X10, destinée à produire du plutonium. Ce dernier devait être extrait et raffiné dans une usine pilote de retraitement qui devait être adjacente à la pile[12] et qui fut donc la première unité de retraitement au monde.

Le plutonium, le "Metallurgical Project" et Du Pont de Nemours

Les recherches sur le plutonium avaient été intégrées au projet Manhattan et étaient devenues parties du "Metallurgical Project" développé à l'Université de Chicago. Glenn T. Seaborg, qui avait quitté Berkeley pour Chicago en avril 1942, dirigeait le groupe de chimistes du plutonium.

Des travaux orientés vers la recherche de procédés industriels de séparation furent menés par son équipe à partir de l'été 1942 [13]. La date butoir ultérieurement définie par l'opérateur industriel était le 1er juin 1943. Quatre voies de séparation chimique furent explorées[14]. Le procédé de précipitation fut choisi, de préférence à l'extraction par solvant. Il était en effet connu, car utilisé couramment en chimie radioactive[15]. Il avait des avantages techniques qui se traduisaient en termes de coût. On pouvait scinder l'opération en cycles, et donc réutiliser les équipements, ce qui en limitait l'ampleur[16]. Mais il fallait trouver le meilleur agent de précipitation.

L'exploration systématique des propriétés des phosphates de métaux lourds mit en évidence les qualités du phosphate de bismuth. C'est ce dernier qui fut choisi pour être au cœur du procédé industriel.

La responsabilité de la production industrielle du plutonium, regroupant des piles et des usines de traitement, avait été confiée début novembre 1942 par Leslie H. Groves – qui dirigeait le projet depuis septembre 1942 – à la firme chimique Du Pont de Nemours[17].

---

[10] L'uranium naturel comporte 0,71% d'uranium 235, qui est fissile.

[11] Pour du plutonium métal contenant l'isotope 239 à plus de 90% cette masse est théoriquement de 5 kg, contre 21 kg pour l'uranium hautement enrichi (à plus de 80% d'U 235). Mais les problèmes pratiques – composition isotopique, pureté du métal, concentration insuffisante du flux initial de neutrons, etc. – nécessitent d'accroître cette masse dans les bombes.

[12] Voir HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), Hors-texte entre pp. 120-121. Sur X10, pp.193-198. Voir aussi ORNL REVIEW (1992), chapitre 1, *Wartime laboratory*, en particulier pp. 8-28, sur le Metallurgical Laboratory, X10 et l'installation pilote d'extraction du plutonium.

[13] Voir HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), pp. 182-185.

[14] "Volatility, absorption, solvant extraction, and precipitation". Voir aussi HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), p. 204.

[15] SMYTH H. DW (1948),p.137.

[16] Le caractère discontinu du procédé, alors considéré comme un avantage, fut une des raisons de son abandon ultérieur, au profit des procédés aux solvants organiques, en général continus.

[17] Voir HOUNSHELL D.A., SMITH J.K. Jr. (1988), pp. 331-346, GROVES L.H. (1962) p.46 sq., et HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), pp.105 sq. et 186-187.

Les responsables de Du Pont ne furent pas enthousiasmés par le projet, qui risquait de nuire à son image et de la détourner de sa vocation commerciale et privée en la privant de ses meilleurs chercheurs. Elle accepta cependant de contribuer à l'effort de guerre, mais à condition que l'on sache qu'elle ne ferait pas de bénéfice[18]. C'est pourquoi le contrat négocié entre l'Etat et la firme fut du type coût plus bénéfice prévu à l'avance – Cost plus fixed fee – mais le bénéfice était symbolique, un dollar. En retour, l'Etat garantissait la firme contre toute perte et endossait la pleine responsabilité en cas d'accident.

Cette situation ne pouvait valoir que pendant la guerre et sitôt cette dernière achevée Du Pont fit part de son désir de se désengager du domaine nucléaire aussi bien à Oak Ridge qu'à Hanford pour retrouver sa vocation première[19].

Du Pont créa donc au sein de sa Division des Explosifs une section spéciale, dite TNX, qui fut chargée de construire, en liaison avec le "Metallurgical Laboratory" de Chicago et la firme Stone and Webster[20], la pile de Clinton ainsi que le pilote de retraitement situé auprès d'elle, et de mener parallèlement les travaux relatifs au projet de l'unité industrielle qui devait se situer à Hanford. Fin 1942, alors que le procédé chimique n'était pas encore choisi, furent établies les grandes options de construction de la première génération des usines de retraitement américaines, dites «usines-canyon». Pour réaliser le changement d'échelle et assurer la liaison entre les chercheurs universitaires et les ingénieurs de l'industrie, Du Pont mit, à la tête de la section de R&D de TNX, Crawford H. Greenewalt, qui avait assuré avec le succès que l'on connaît le développement industriel du nylon, inventé au sein de la firme par Wallace H. Carothers en 1936 [21].

Le 4 janvier 1943 Leslie Groves passait contrat avec Du Pont de Nemours pour la construction du pilote de Clinton.

L'usine-pilote de type «canyon» (Figures 3 à 6), dont les fondations furent coulées en mars 1943 mesurait environ 35 m de long[22] et était aux deux tiers enterrée. Y étaient adjoints les salles de contrôle, les laboratoires analytiques, ainsi qu'un laboratoire de purification du plutonium.

La pile entra en fonctionnement le 4 novembre 1943 et, le 20 décembre, commença la première expérience de séparation du plutonium. 190 mg de plutonium avaient été produits jusqu'au 1er février 1944. L'efficacité de la séparation s'améliora, puisqu'en juin de la même année le taux de récupération se situait entre 80 et 90 %. A l'été 1944, du plutonium produit à Oak Ridge avait été transporté à Los Alamos, où étaient conduites les recherches fondamentales sur la bombe.

L'expérience acquise à Clinton était transférée le plus rapidement possible à Hanford, où les travaux allaient bon train.

### *Hanford et les trois premières usines de retraitement (1943-1945)*

*L'aménagement du site*

Au début de 1943 du terrain avait été acheté à Hanford [23] par le gouvernement. La construction du Hanford Engineer Works débuta le 7 juin 1943, et la première pile entra en fonctionnement en septembre 1944.

Trois usines de séparation de type «canyon» furent construites, sur deux sites éloignés d'au moins dix miles des piles, au Sud de la Gable Mountain (Figure 7) : sur le site 200 West, furent établies les usines T et U, sur 200 East l'usine B. Les travaux commencèrent pendant l'été de 1943, mais les nécessités de la construction prioritaire des piles entraînèrent une suspension des travaux jusqu'en 1944. Le chantier du bâtiment de séparation de la première usine, T, débuta en janvier 1944, le bâtiment fut achevé en septembre. U et B suivirent avec un décalage de trois mois.

---

18 "They [i.e. les responsables de Du Pont] wanted the company to meet its patriotic responsabilities but not at the cost of being viewed again as a merchant of death". HOUNSHELL D.A., SMITH J.K. Jr. (1988), p. 333.

19 Le nucléaire fut donc, pour reprendre l'expression de HOUNSHELL D.A., SMITH J.K. Jr. (1988), p. 342, une «route qu'ils ne prirent pas» ("a road not taken"). En fait le problème se posa jusqu'à la fin de la guerre de savoir si le nucléaire devait faire partie du périmètre futur des activités de la société. En définitive il fut décidé que le nucléaire n'était pas de la chimie, mais que cette activité ressortissait plutôt du secteur énergétique. Significativement ce fut General Electric qui hérita le site de Hanford (cf. infra).

20 HOUNSHELL D.A., SMITH J.K. Jr. (1988), p. 338.

21 HOUNSHELL D.A., SMITH J.K. Jr. (1988), pp. 339-340.

22 100 pieds.

23 HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962) consacrent à Hanford un long développement p. 212-226.



**Figure 3.** Vue d'ensemble des Laboratoires de Clinton (Oak Ridge) après la fin de la seconde guerre mondiale. Au centre droit de la photographie, le bâtiment abritant la «pile de Clinton», et immédiatement derrière elle vers la gauche le pilote d'extraction, avec sur le toit les conduits de ventilation et sur le côté les escaliers d'accès aux cellules semi-enterrées. (Source : ORNL REVIEW (1992), p. 28.)

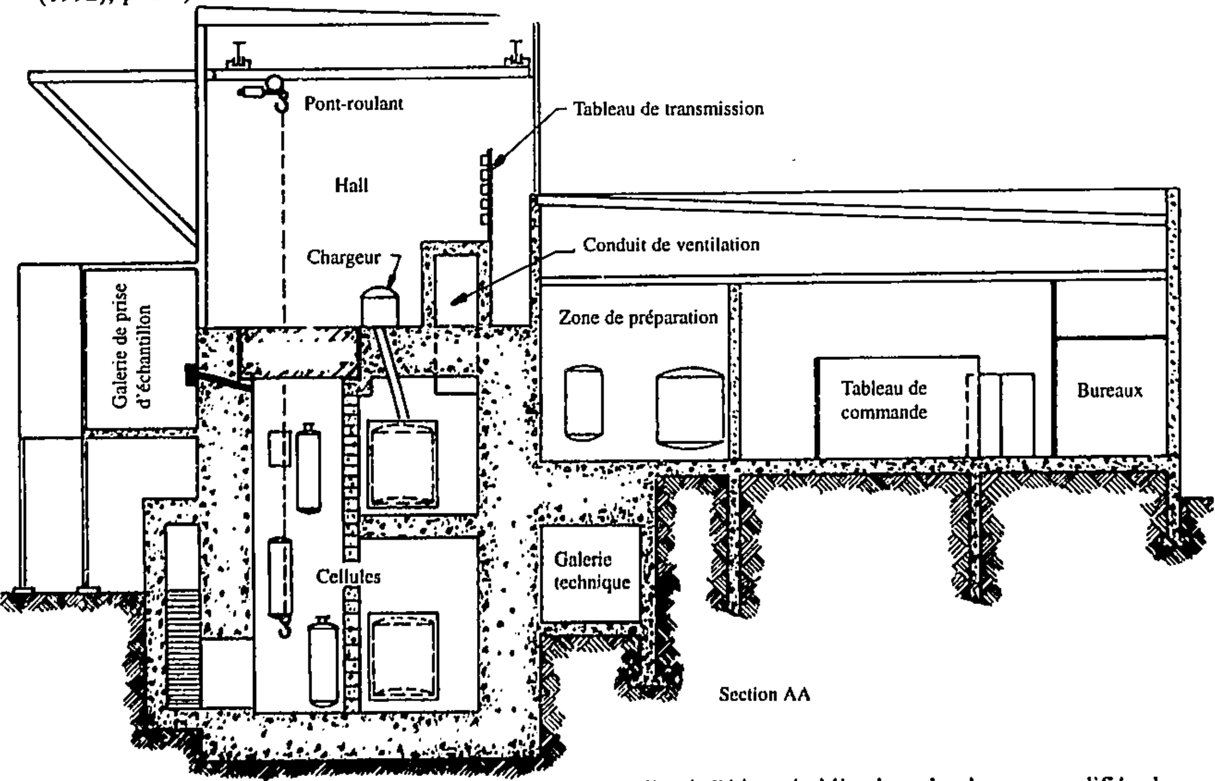



**Figure 4.** Plan en coupe de l'installation Thorex d'Oak Ridge, établie dans les locaux modifiés de la première usine-pilote de retraitement d'Oak Ridge. La galerie du pont roulant fut construite après 1945. (Source : BRUCE F.R., SHANK E.M. et al. (1958), p. 61.)

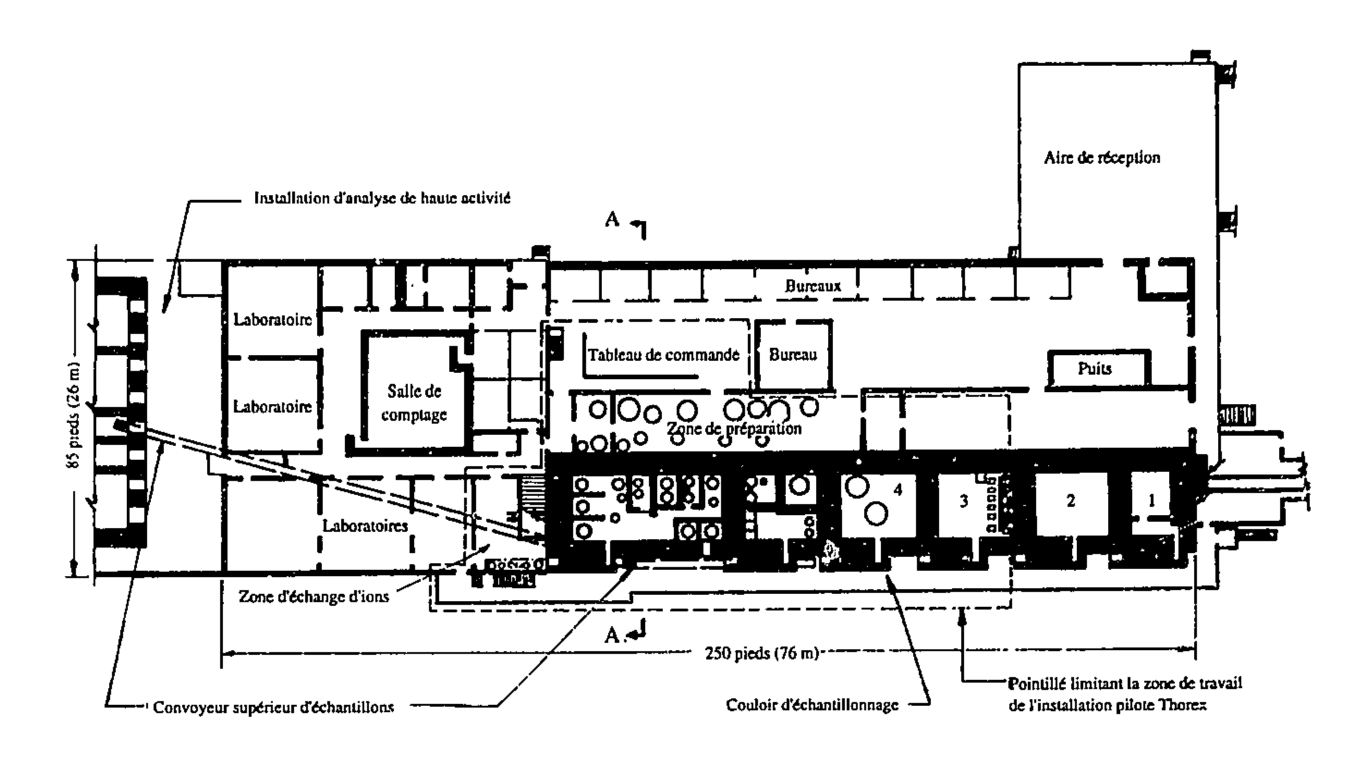



**Figure 5.** Plan de l'installation Thorex d'Oak Ridge, établie dans les locaux modifiés de la première usine-pilote de retraitement Ridge. L'installation primitive comportait six cellules à demi-enterrées, reliées à la pile X-10 par un canal de transfert dont on voit encore les côtés à droite du plan. (Source : BRUCE F.R., SHANK E.M. et al. (1958), p. 60.)

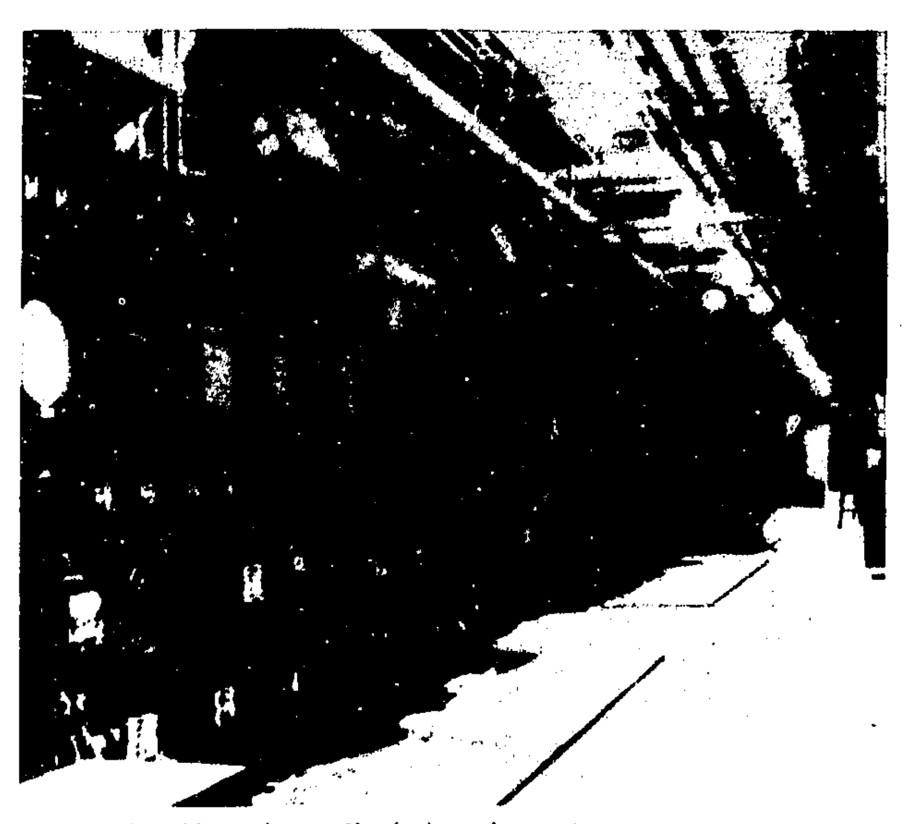


**Figure 6.** Vue des tableaux de contrôle placés sur les parois externes des cellules de l'usine-pilote d'Oak Ridge en 1944. (Source : ORNL REVIEW (1992), p. 23 .)

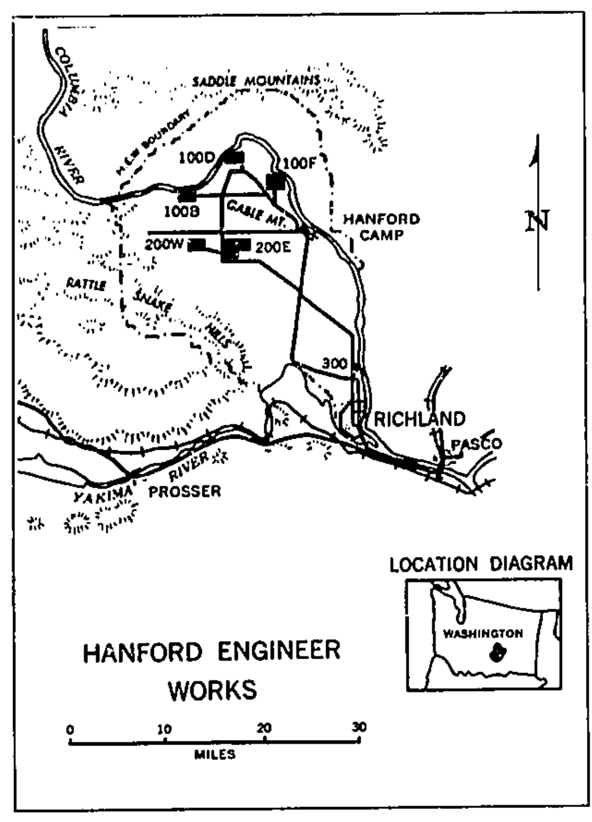



**Figure 7.** Plan simplifié du site de Hanford à la fin de la seconde guerre mondiale. Les trois usines de retraitement se trouvaient en 200 W pour les usines T et U, en 200 E pour l'usine B. (Source : HEWLETT R.G., ANDERSON O.E. (1962), hors-texte entre les pp. 224-225.)

*Le premier procédé de retraitement*

Les barreaux d'uranium hautement radioactifs irradiés dans la pile étaient, après avoir séjourné un certain temps dans des piscines pour permettre une diminution de leur activité, transportés par rail dans des châteaux de plomb jusqu'à l'usine chimique. Ils étaient alors dissous dans de l'acide nitrique.

La solution passait alors par trois étapes[24] : séparation du plutonium par coprécipitation avec du phosphate de bismuth, concentration du plutonium par le fluorure de lanthane, suivant le procédé de laboratoire, et purification finale par un procédé au péroxyde d'hydrogène.

Le produit final était une solution aqueuse de nitrate de plutonium qui fût envoyée à Los Alamos pour y être réduite en métal. L'uranium et les produits de fission restaient dans les effluents de haute activité, stockés à proximité des usines dans des cuves. Les autres effluents étaient simplement rejetés dans les immenses terrains désertiques environnant le site.

*Une usine canyon entretenue à distance.*

Les étapes du procédé s'effectuaient derrière d'épaisses protections antiradiations et étaient entièrement contrôlées à distance (Figure 8). L'inaccessibilité des cellules lors du fonctionnement commandait une architecture simple. Les équipements employés ne demandaient qu'un faible entretien, comportaient le moins de parties mobiles possibles et étaient faits de pièces dont le remplacement pouvait s'effectuer aisément à distance.

24 HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), p. 222.

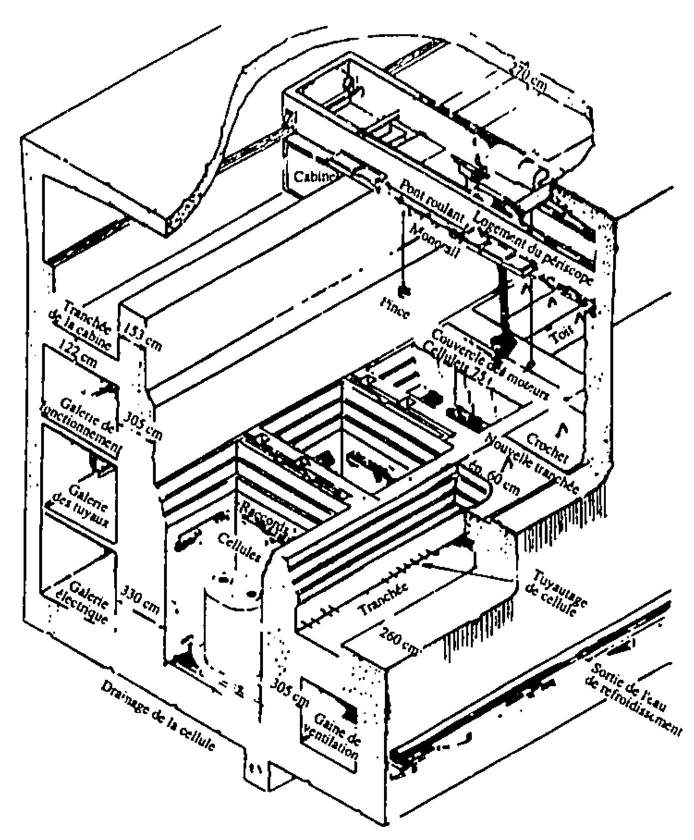



**Figure 8.** Coupe en perspective d'une des usines de traitement au phosphate de bismuth de Hanford, montrant la structure d'une «usine-canyon» télécommandée et entretenue à distance. (Source : SCHWENNESEN J.L. (1958), p. 321.)

Le bâtiment où s'opérait la séparation comprenait un alignement de 40 cellules bétonnées, chacune étant séparée de la suivante par une épaisseur de béton de près de 2 mètres et formant un «canyon» de 240 m de long, enfermé dans un bâtiment de 20 m de largeur[25]. Les cellules étaient dans leur partie supérieure fermées par de lourds couvercles amovibles en béton. Au-dessus des cellules et en dessous du toit en béton qui se trouvait à une hauteur de 24 m, était installé un pont roulant permettant de soulever les couvercles et de procéder à l'entretien ou au remplacement des cuves et des équipements. La cabine de commande était séparée de la galerie du pont roulant par un mur de béton. Les opérateurs travaillaient à distance grâce à des périscopes et des caméras de télévision. Sous la galerie de la cabine étaient situées trois galeries contenant les instruments, les valves, les pompes et les éjecteurs à vapeur utilisés pour le transfert des liquides d'une cuve à l'autre. Des bâtiments séparés abritaient la ventilation, les filtres ainsi que le stockage des effluents.

---

25 Description de l'usine 221T, extraite de HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), pp. 219-221 :

"Each separation plant was designed to include a separation building, [...] a ventilation building, [...] a waste storage area. The building itself, was more than 800 feet long, 65 feet wide, and 80 high. Inside [...] a row of forty concrete cells, most of them about fifteen feet square and twenty feet deep, ran the length of the building. Each cell was separated from its neighbor by six feet of concrete and would be covered by concrete blocks six feet thick. [...] Along one side of the cell row and separated from it by seven feet of concrete were the operating galleries on three levels, the lowest for electrical controls, the intermediate for piping and remote lubrication equipment, and the upper for operating control boards. The entire area above the cells was enclosed by a single gallery sixty feet high and running the length of the building. Its five-foot concrete walls and three-foot roof slabs were designed to prevent the escape of radiation when the cell covers were removed. [...] Radiation meant remote control, which in turn placed a premium on simplicity of design, mechanical perfection, maintenance-free operation, and interchangeability of parts. To avoid servicing pumps and valves, steam jets were developped to tranfer process materials from one tank to another. [...] Once the plant was operating, the only access to the cells would be by means of the huge bridge crane which travelled the length of the building. From the heavily shielded cab behind a concrete parapet above the gallery, operators could look over the canyon with specially designed periscopes and television sets. They could use the seventy-ton hook to lift off the cell covers and lighter equipment to work within the cells".

Voir aussi GROVES L. (1962), p. 85.

*La fabrication du plutonium des bombes*

Le 26 décembre 1944 était introduit dans l'unité de dissolution de l'usine T le premier lot d'éléments combustibles en provenance de la pile B et à la fin janvier était achevé le premier cycle de retraitement industriel du plutonium. Le 2 février 1945 arrivait par camion à Los Alamos le premier chargement de nitrate de plutonium. D'autres suivirent rapidement et fournirent la matière fissile nécessaire à la fabrication des deux bombes qui explosèrent à Alamogordo le 16 juillet et à Nagasaki le 8 août[26]. Les deux autres usines de Hanford entrèrent en production pendant l'été 1945 et toutes trois restèrent en fonction jusqu'en 1952.

**Le temps du secret – Découvertes parallèles des solvants organiques (1945-décembre 1953)**

Le procédé au phosphate de bismuth n'était pas le plus efficace du point de vue industriel. Son choix pour Hanford avait été dicté par l'urgence et par la prise de risque technique minimale, compte tenu de la faible expérience dont on disposait alors en chimie du plutonium. On avait transposé un procédé de laboratoire à l'échelle industrielle en un temps record, sans la moindre considération pour les coûts économiques.

Après la fin de la guerre, les recherches sur l'extraction du plutonium s'orientèrent vers des procédés en continu utilisant des solvants organiques qui permettaient d'espérer une efficacité plus grande. De nouvelles usines furent mises en service, utilisant des procédés nouveaux, suivant la chronologie de Tableau 1.

Tableau 1. **Procédés industriels de retraitement de 1945 à 1954**

| Nom du procédé | Produit d'extraction principal | Formule chimique | Usine | Date de mise en service |
|---|---|---|---|---|
| CO-PRECIPITATION AU PHOSPHATE | Phosphate de bismuth | $Bi\ P\ O_4$ | Hanford (Etats-Unis) | 1945 |
| CO-PRECIPITATION TOUT ACETATE | Acétate de sodium ? | ? | Usine d'extraction du Pu du Combinat chimique de Mayak (Chelyabinsk 40) | 1948 |
| TRIGLY[27] | Dichlorure de triglycol | $Cl(C_2H_4O)_2.C_2H_4Cl$ | Chalk River (Canada) | 1949 |
| REDOX | Hexone ou Métylisobutyl-cétone | $CH_3CO.C_4H_9$ | Hanford (Etats-Unis) | 1952 |
| BUTEX | Dibutylcarbitol (DBC) | $C_4H_9.O(C_2H_4.O)_2.C_4H_9$ | Windscale (Grande-Bretagne) | 1952 |
| PUREX | Tributyl-phosphate (TBP) | $O{=}P(OC_4H_7)_3$ | Savannah River (Etats-Unis) | 1954 |

Ces recherches furent menées séparément aux Etats-Unis, au Canada, en Grande-Bretagne, en France et en Union Soviétique. Le rideau du secret militaire qui était tombé dès 1939 sur la recherche nucléaire pour cause de guerre, à peine soulevé pour des raisons intérieures par le rapport Smyth, était en effet très vite retombé en raison de la dégradation des relations entre les membres de la Grande Alliance. Cette méfiance concernait bien sûr les deux Grands, mais elle affecta aussi les relations entre les Alliés occidentaux. Les Britanniques avaient dès 1943 été mis à l'écart des travaux concernant la bombe à la suite des Accords de Québec du 19 août[28]. La loi Mac Mahon d'août 1946 renforçait la politique du secret aux Etats-Unis[29]. Quant aux Français, la présence d'un savant communiste à la tête du Commissariat français à l'Energie Atomique, Frédéric Joliot-Curie, qui avait avant la guerre travaillé sur la fission de l'uranium, rendait nécessaires aux yeux des Américains des précautions très strictes[30]. Mais les informations glanées pendant la guerre et tirées du rapport Smyth constituèrent les

---

[26] La bombe larguée le 6 août sur Hiroshima, "Little Boy" était à l'uranium. Sur Nagasaki fut larguée "Fat Man".

[27] En fait procédé semi-industriel, présenté ici pour mémoire.

[28] Cf. infra sur le recherches canadiennes.

[29] Cependant, en ce qui concerne la Grande-Bretagne et son Dominion, le Canada, cet isolationnisme évolua à la suite de la nomination de Marshall comme Secrétaire d'Etat en janvier 1947, inaugurant un «modus vivendi» entre les deux puissances. Voir GOWING M. (1974), vol. 1, chapitre 8, pp. 241 sq. Des échanges d'informations eurent lieu en 1948, portant sur 9 aspects précis des technologies nucléaires. Le 7e était la chimie extractive. Leur impact fut cependant limité, cf. infra.

[30] WEART S.(1979)

ferments des recherches et contribuent à expliquer leur relatif parallélisme. Mais c'est aux Etats-Unis que fut découvert le solvant organique le plus efficace.

*Les Etats-Unis et la course entre deux solvants organiques, l'hexone et le TBP (1946-1954)*

Dès la fin de la guerre, Du Pont de Nemours annonça à Leslie H. Groves son désir de se retirer de la gestion de Hanford. La General Electric fut approchée et reprit le site en mai 1946 [31]. Les problèmes de gestion furent nombreux et une délicate période de transition s'ouvrit, qui ne prit fin qu'en mai 1947 [32].

Deux problèmes se posaient alors en ce qui concerne le retraitement. Il fallait d'abord trouver un procédé plus efficace que celui utilisé pendant la guerre et, en particulier, un procédé permettant de récupérer dans le combustible non seulement le plutonium, mais aussi l'uranium. Dans l'immédiate après-guerre en effet la crainte est grande aux Etats-Unis d'une pénurie d'uranium. Le deuxième problème était de récupérer à Hanford l'uranium contenu dans les effluents de haute activité issus du retraitement au phosphate de bismuth. Du Pont avait signalé à l'USAEC l'intérêt de cette récupération. Les recherches sur le plutonium, qui s'étaient poursuivies après la guerre dans un relatif désordre[33], furent recentrées sur ces deux problèmes. Les solutions trouvées mirent en évidence les avantages des solvants organiques.

La General Electric, chargée d'élaborer une nouvelle méthode de retraitement, s'orienta vers un procédé utilisant comme solvant l'hexone qui avait été exploré par l'équipe de Glenn T. Seaborg dès 1945. Au Knolls Atomic Power Laboratory, géré par la General Electric, et sur un pilote à Hanford[34] démarrèrent les travaux préparatoires à la construction d'une nouvelle usine, utilisant le procédé REDOX à l'hexone. Un nouveau chantier s'ouvrit à Hanford au début de 1950, l'usine entra en fonction en août 1951 et commença à produire en 1952. Parallèlement des travaux sur l'adaptation au retraitement des réacteurs à uranium très enrichi du procédé à l'hexone étaient menés à Idaho Falls, près d'un réacteur de ce type. En février 1953 entrait en service une usine-pilote, l'Idaho Chemical Processing Plant (ICPP), qui allait jouer un rôle important dans l'histoire d'Eurochemic.

Mais c'est la recherche de solutions au deuxième problème qui conduisit à la découverte du solvant organique le plus efficace. La Kellex Corporation avait été chargée de récupérer l'uranium contenu dans les cuves contenant les effluents du retraitement au phosphate de bismuth[35]. Les recherches de laboratoire étaient menées dans ce sens à l'Oak Ridge National Laboratory (ORNL), qui explorait les propriétés d'autres solvants organiques. A la fin de 1949, l'ORNL mit en évidence les qualités du Tributylphosphate ou TBP. Celles-ci étaient telles qu'il fut envisagé de coupler une unité au TBP avec l'usine au phosphate de bismuth toujours en fonctionnement, ce qui menaçait l'avenir de REDOX. Kellex Corporation fut chargée de cette tâche. Mais les travaux de General Electric étaient déjà bien avancés, alors que Kellex connaissait encore les avatars du passage d'une méthode de laboratoire à l'échelle industrielle, puis fut très prise par les exigences industrielles de la guerre de Corée. Les travaux de l'usine Kellex commencèrent à l'automne 1950, mais lorsque l'usine REDOX commença à produire en 1952, elle n'était qu'à moitié achevée[36]. Elle n'entra en fonctionnement qu'au début de 1953 [37].

Entre-temps une unité complète de retraitement des combustibles irradiés au TBP avait été mise en chantier par Du Pont de Nemours auprès des piles de Savannah River. La firme chimique avait en effet été rappelée à ses devoirs patriotiques au début de la guerre de Corée[38]. La première unité militaire industrielle de retraitement au TBP fut mise en service en 1954. Cette usine reprenait le schéma général de l'usine-canyon et était entièrement télécommandée.

Toutes ces activités étaient strictement protégées aux Etats-Unis par le McMahon Bill du 20 décembre 1945, qui devint l'"Atomic Energy Act of 1946", après son vote à la fin juillet 1946 [39]. La loi créait l'USAEC et consacrait l'isolationnisme américain en matière nucléaire. Il s'agissait de prolonger le plus longtemps possible le monopole technique et militaire. Mais la «politique des verrous» américaine n'empêcha pas plus la prolifération nucléaire en URSS qu'en Grande-Bretagne.

---

31 HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), pp. 628-630.

32 HEWLETT R.G., DUNCAN F. (1969), pp. 142-145.

33 HEWLETT R.G., DUNCAN F. (1969), pp. 142-143

34 GROVES L. (1962), p.88, et HEWLETT R.G., DUNCAN F. (1969), pp.549-551.

35 HEWLETT R.G., DUNCAN F. (1969), p. 174.

36 HEWLETT R.G., DUNCAN F. (1969), p. 550.

37 HEWLETT R.G., HOLL J.M. (1989), p.162.

38 HOUNSHELL D.A., SMITH J.K. Jr. (1988), p. 345.

39 Le texte en est reproduit dans CANTELON P.L., HEWLETT R.G., WILLIAMS R.C. (1991), pp. 77-91.

### *Le retraitement au service de la bombe soviétique*[40] *– L'usine d'extraction de Mayak ou Cheliabinsk 40*

L'explosion de Nagasaki et la publication du rapport Smyth avaient focalisé les recherches nucléaires soviétiques sur le plutonium. Un «programme plutonium» dirigé par Igor Kourtchatov, devait aboutir le 21 décembre 1949 pour le 70e anniversaire de Joseph Staline. Les recherches sur le procédé de retraitement étaient menées d'abord par G.N. Yakovlev, puis au sein de l'Institut du Radium par B.A. Nikitin et A.P. Ratner.

Il fut décidé de bâtir un grand centre de recherches nucléaires. Un emplacement fut choisi dans l'Oural, à Kasli, à proximité de Kychtym, une ville qui a une longue tradition de production de munitions, située à 120 km environ au Sud de Sverdlovsk. Les travaux du «Centre de l'Oural»[41] débutèrent en novembre 1945. 70 000 détenus en provenance de 12 camps de travail s'y attelèrent. En 1947 démarra la construction du premier réacteur plutonigène au sein du complexe militaire secret, désormais désigné sous son adresse de boîte postale Cheliabinsk 40[42]. Ce premier réacteur au graphite, dit réacteur A, entra en service en juin 1948. La première usine d'extraction du plutonium[43], RT1, semble avoir commencé à fonctionner quelques mois plus tard. Le 29 août 1949 explosait sur le champ de tir de Semipalatinsk, au Kazakhstan, la première bombe soviétique au plutonium. Elle mettait fin au monopole atomique américain et modifiait, par là même, les données de la diplomatie internationale.

Le procédé de production de plutonium comprenait une première phase de dissolution dans l'acide nitrique, puis une co-précipitation suivant un procédé appelé «tout acétate»[44]. Les effluents contenaient jusqu'à 100 g/l de nitrate de sodium et jusqu'à 80 g/l d'acétate de sodium[45]. L'uranium, des produits de fission et du plutonium résiduel y restaient également. Jusqu'en septembre 1951 tous les effluents étaient indistinctement dilués et rejetés dans la rivière voisine, la Techa, un affluent secondaire de l'Irtych. Ils furent rejetés ensuite jusqu'en 1953 dans le lac Karachay, causant des désastres incommensurables à l'environnement et aux populations voisines. Ce n'est qu'en 1953 que furent mises en services les premières installations de stockage pour les seuls précipités de produits de fission, mélangés à des nitrates et des acétates[46].

Le procédé initial fut modifié à de nombreuses reprises puis abandonné à une date inconnue au profit de PUREX. L'usine RT1, d'une capacité estimée à 400 t/an en 1989, servit à la production de plutonium militaire jusqu'au 1er novembre 1990. Vingt-cinq tonnes de plutonium étaient alors stockés sur le site.

### *Le retraitement au Canada – Une courte histoire (1944-1954)*[47]

L'application de l'Accord anglo-américain de Québec du 19 août 1943 excluait tout transfert de technologie sur la chimie du plutonium et toute communication sur ce sujet aux pays tiers[48], mais les Américains avaient accepté le 8 juin 1944 de fournir au laboratoire anglo-canadien de Montréal des "hot dogs"[49], des barreaux irradiés dans la pile d'Oak Ridge et contenant du plutonium.

En août 1944 une section de chimie industrielle dirigée par A. Cambron avait été créée dans le but de construire un pilote de séparation. Le choix de la méthode d'extraction fut confié à Bertrand Goldschmidt, qui avait travaillé quelques mois en 1942-1943 auprès de Glenn T. Seaborg à Chicago. Goldschmidt opta pour l'exploration de l'extraction par les solvants organiques, qui était l'une de celles suivies à Chicago. La démarche fut empirique et systématique[50] : «choisir les meilleurs parmi trois cents solvants organiques

---

40 HOLLOWAY D. (1994) devrait permettre de préciser les informations présentées ci-après.

41 Lorsque le centre fut ouvert aux visiteurs étrangers en 1989, il s'étendait sur 200 km² et employait directement 10 000 personnes. COCHRAN T.B. et al. (1993), p. 508.

42 Appelé Cheliabinsk 65 depuis 1990. Entre-temps, à la fin décembre 1946 avait divergé le premier réacteur soviétique.

43 Il semble qu'il y ait eu deux usines en fonctionnement à Cheliabinsk 40, mais en 1989 il n'y en avait qu'une.

44 "All-acetate precipitation scheme", COCHRAN T.B. et al. (1993), p. 520.

45 Composition attestée en 1953.

46 Et c'est une des cuves de stockage construites à cet effet qui explosa en septembre 1957, éjectant 20 M Ci (= Curie), soit environ les 2/5 de l'activité rejetée lors de l'accident de Chernobyl.

47 EGGLESTON W. (1965) pp.192 sq. lui consacre un court chapitre. BOTHWELL R. (1988) ne s'y arrête que quelques lignes, sans allusion à l'accident.

48 Le texte est publié dans FRUS (1970), pp.1117-1119 et est repris dans CANTELON P.L., HEWLETT R.G., WILLIAMS R.C. (1991), pp.31-33. Le troisième point de l'accord qui en comprend cinq précise : "[...] we will not either of us communicate any information about Tube Alloys to third parties without each other's consent".

49 C'était le nom que les chercheurs donnaient aux combustibles irradiés dans les premières piles.

50 GOLDSCHMIDT B. (1980) p.69 et (1987) p.328.

disponibles commercialement aux Etats-Unis : une demi-douzaine de ceux-ci furent retenus, et, à partir de l'un d'eux, nous réussîmes à élaborer, en 1945, à Montréal, un nouveau procédé d'extraction du plutonium». Le dichlorure de triglycol constitua la base du procédé TRIGLY. Ce dernier était discontinu, séparait bien le plutonium mais beaucoup moins bien l'uranium.

Une petite unité d'extraction fut mise en service au début de 1949 pour extraire le plutonium du réacteur de Chalk River NRX, qui était devenu critique en juillet 1947. Ses résultats insuffisants entraînèrent en 1948 et 1949 des modifications du procédé initial par combinaison de l'emploi du trigly et de l'hexone[51]. Le procédé ainsi modifié donna satisfaction au printemps 1950. Mais le 13 décembre 1950 eut lieu un accident mortel, en aval de l'extraction, dans le secteur de la gestion des déchets du retraitement. Une explosion dans un évaporateur de relargant, du nitrate d'ammonium contenant des produits radioactifs, tua sur le coup un opérateur et nécessita l'hospitalisation de quatre autres agents. L'usine fut donc arrêtée jusqu'à ce qu'on ait trouvé un substitut au nitrate d'ammonium. La production ne reprit qu'en automne 1952 et l'usine resta en fonctionnement jusqu'en septembre 1954. A cette date les Canadiens pensaient développer une usine de séparation du plutonium par échangeur d'ions. En septembre 1955 encore était envisagée la construction d'une telle unité. Elle ne se fit jamais, pour deux raisons ; d'abord parce que, dès septembre 1954, le Canada avait passé un accord de retraitement aux Etats-Unis pour du combustible irradié dans NRU ; ensuite et surtout parce que la peur de problèmes d'approvisionnement en combustible nucléaire avait disparu du fait de découvertes de gisements importants d'uranium dans l'Ontario. Or la crainte de la pénurie était le moteur principal du retraitement canadien[52]. Toujours est-il que les projets de retraitement du plutonium canadien connurent leur fin un mois après la Première Conférence de Genève.

Le bilan du retraitement canadien était modeste : dix-sept kilos de plutonium avaient alors été extraits de 517 éléments de combustibles. Mais de la courte expérience canadienne naquit le retraitement britannique.

### *La Grande-Bretagne, Windscale et BUTEX*

Le retraitement britannique partit en 1946 de la découverte par l'équipe anglo-canadienne de Chalk River des qualités d'un autre solvant organique que le dichlorure de triglycol. Il s'agissait du dibutylcarbitol qui constitua la base du procédé BUTEX.

Le projet d'une usine britannique d'extraction du plutonium démarra avec la décision prise en décembre 1945, mais annoncée publiquement en janvier 1947, de construire un réacteur destiné à produire le plutonium nécessaire à la fabrication d'une bombe[53]. Le «plan plutonium» britannique comportait quatre volets : la construction de la pile expérimentale BEPO au Centre de recherches de Harwell, la fabrication du combustible à Springfields, son irradiation dans des piles à Windscale et, sur le même site, l'extraction du plutonium. Priorité fut bien sûr donnée à la construction de piles à uranium naturel refroidies par air. La première pile de Windscale entra ainsi en fonction en octobre 1950, la seconde huit mois plus tard.

La conception et la construction de l'usine d'extraction de Windscale furent les fruits de la coopération entre trois acteurs. Les deux premiers étaient publics, et dépendaient du Contrôleur de l'Energie Atomique travaillant au sein du ministère des Approvisionnements, Lord Portal ; il s'agissait des scientifiques de la Division de chimie du Centre de recherche de Harwell, dirigée par Robert Spence[54], et des ingénieurs et planificateurs de l'Industrial Group installé à Risley, sous la responsabilité de Christopher Hinton[55]. Le troisième acteur était privé, c'était la société Imperial Chemical Industries (ICI), et plus précisément sa General Chemicals and Metals Division, qui possédait des laboratoires à Widnes et à Springfields. Il fut, comme Du Pont aux Etats-Unis, l'opérateur industriel du projet.

---

[51] Ce dernier avait probablement été suggéré par les Américains.

[52] C'est la raison pour laquelle les Canadiens développèrent aussi la voie du retraitement du thorium. La situation est en fait un peu plus complexe, car si les travaux pour la production de plutonium furent rapidement menés à bonne fin, une installation parallèle de retraitement du thorium, le «Laboratoire 23», va languir jusqu'en 1951, pour fonctionner jusqu'en 1958. Cette «Cendrillon» du retraitement, comme l'appelle Bothwell, détone par rapport à l'unité d'extraction du plutonium. Le durcissement de la guerre froide en 1949 va pousser les Canadiens à envisager la construction d'un réacteur plutonigène, dont le produit aurait été vendu aux Etats-Unis. BOTHWELL R. (1988), p. 105-107.

[53] Il y avait également un plan uranium.

[54] Le Centre étant dirigé par Sir John Cockcroft.

[55] Hinton avait fait tout le début de sa carrière à ICI, avant de passer pendant la guerre au Ministère des approvisionnements, cf. GOWING M. (1974) vol. 2 p. 7-10.

A la fin de 1946, l'équipe de Robert Spence, qui travaillait encore au Canada sur le plutonium extrait des "hot dogs" de la pile américaine d'Oak Ridge[56], fut chargée de développer un procédé applicable à l'échelle industrielle. Son choix se porta sur un solvant organique, le dibutylcarbitol (DBC). Il était plus stable que le TRIGLY aux radiations et à la chaleur. De plus il ne nécessitait pas de relargant, ce qui permettait de réduire l'importance des effluents. Enfin, à la différence du TRIGLY, le procédé était continu. Robert Spence préconisait également l'emploi de colonnes d'extraction à contre-courant qui furent expérimentée en modèle réduit sur un pilote qui fonctionna à Chalk River jusqu'en 1950.

A l'automne 1947 le relais fut pris à l'Industrial Group de Risley par Christopher Hinton. Celui-ci définit le planning et négocia les contrats avec les diverses entreprises chargées de construire différents segments de l'usine. Du côté d'ICI, le projet était piloté par J.P. Baxter. La firme expérimenta les colonnes d'extraction en vraie grandeur à Springfields et compila les schémas de procédé dans ses laboratoires industriels de Widnes. Elle fut responsable de toute la partie proprement chimique de l'usine.

Les travaux de construction débutèrent le 1er janvier 1949. L'ensemble de traitement de Windscale comportait six bâtiments principaux distincts et spécialisés : l'usine principale[57], où le combustible irradié était traité par du DBC dans cinq colonnes d'extraction et qui était télécommandée, l'usine de purification du plutonium, l'usine de fabrication du plutonium métal, l'usine de purification de l'uranium, l'usine de récupération du solvant et l'usine de traitement des effluents radioactifs. Les effluents les plus actifs étaient stockés dans des cuves, les autres étaient évacués par dilution dans la mer d'Irlande au bord de laquelle se trouvait l'usine.

Les premiers essais en inactif commencèrent en juin 1951 mais réservèrent quelques mauvaises surprises, notamment en août avec la «quasi-explosion» de Butex dans un évaporateur, qui nécessita des modifications de dernière minute. En décembre un nouveau problème apparut[58]. La mise en actif de l'usine eut lieu le 22 février 1952, et la première production de plutonium métal se fit le 31 mars 1952.

Le 3 octobre de la même année explosait la première bombe britannique, au plutonium elle aussi. L'usine de Windscale utilisant le procédé BUTEX resta en fonctionnement pendant 12 années.

En 1955 donc, les Britanniques disposaient d'une usine neuve qui couvrait leurs besoins. Les Français quant à eux, commençaient la construction de la leur.

***Le retraitement en France du Fort de Châtillon aux débuts de Marcoule (1949-1955)*** [59]

En 1955 en effet la France était déjà très avancée dans le développement de son «projet plutonium».

La mise sur pied de ce projet avait été rendue possible par l'extraction à partir du combustible de ZOE, la première pile française, du premier milligramme de plutonium le 20 novembre 1949. Cette opération s'était faite dans les locaux de l'ancienne poudrerie militaire du Bouchet, mise à la disposition du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA)[60] par le Ministère de la Défense. Le nouveau Département de chimie du CEA, créé en 1949 et dirigé par Bertrand Goldschmidt, avait en effet reçu livraison du combustible irradié de ZOE le mois précédent et lui avait appliqué le procédé d'extraction canadien TRIGLY. Les recherches se poursuivirent cependant sur les procédés d'extraction susceptibles d'application industrielle, et par l'exploration systématique des propriétés des solvants organiques, commandés par le CEA à la firme Union Carbide[61].

Bertrand Goldschmidt fut amené sur la piste du TBP au début de 1951, par une discussion avec le Directeur-adjoint du Centre de Harwell, qui l'informa de la découverte par les Américains d'un nouveau solvant. Goldschmidt fit alors faire une recherche bibliographique «poussée de toutes les publications américaines récentes mettant en jeu l'extraction par solvant en chimie minérale»[62], qui déboucha sur la découverte du TBP

---

56 Spence rejoignit Harwell à l'automne 1947.

57 Primary separation plant.

58 Cf. GOWING M. (1974), vol. 2, p. 417.

59 Sources générales : GOLDSCHMIDT B.(1987), les Rapports annuels du CEA, les notes prises par l'auteur lors de l'intervention de B. Goldschmidt «*La chimie au CEA, du laboratoire à l'usine*», dans le cadre du séminaire animé par Dominique Pestre au Centre Koyré le 19 avril 1991.

60 Le Commissariat à l'Energie Atomique avait été créé dès le 18 octobre 1945 par une ordonnance du Général de Gaulle, alors chef du Gouvernement provisoire de la République française (GPRF).

61 Dés son retour du Canada, Bertrand Goldschmidt poursuivit les recherches à partir de 50 solvants commandés à Union Carbide; il en retint six. Il fut orienté vers le dibutylcarbitol en 1947 par le vendeur de la firme. (Goldschmidt ; communication 1991)

62 GOLDSCHMIDT B. (1987), p. 421.

par les Français[63]. Le TBP fut étudié au Bouchet et ses qualités furent mises en évidence en septembre ou octobre : «Depuis trois mois, un nouveau solvant a été étudié en détail, son pouvoir d'extraction et de décontamination semble le placer très au-dessus de tous ceux qui avaient été envisagés jusqu'à présent et plusieurs variantes d'un procédé qui semble plein de promesses sont à l'étude»[64]. 40 mg de plutonium avaient été produits en décembre, mais la voie du retraitement industriel semblait ouverte. Le procédé au TBP fut choisi en 1952 pour la construction d'une usine de plutonium.

La découverte de laboratoire allait en effet très rapidement s'insérer dans le premier Plan Quinquennal nucléaire, appelé aussi le plan Gaillard (1952-1956). Ses grandes lignes furent fixées à partir de septembre 1951 et le plan fut adopté par le Parlement en juillet 1952. Le développement de la production de plutonium y figurait comme une priorité : quarante milliards de Francs étaient consacrés à la construction de deux piles au graphite et à l'usine d'extraction du plutonium correspondante. Dans l'intervalle «le Service du Plutonium», dirigé par Pierre Regnaut, avait déménagé du Bouchet au Fort de Châtillon, dans des locaux libérés par le développement du Centre de Saclay.

Des contacts furent pris à partir de décembre 1951 avec l'industrie et, en janvier 1952, Saint-Gobain fut choisie par Bertrand Goldschmidt pour construire, en liaison avec le CEA une usine de retraitement. Ce fut le début d'une coopération dans le domaine du retraitement qui se poursuivit jusqu'à ce que la firme abandonne le secteur nucléaire en 1978 [65]. Saint-Gobain créa pour l'occasion d'abord un Laboratoire de Chimie nucléaire, puis une Division dite POP (Produits Organiques Plutonium) qui était fonctionnelle en 1955-1956, lorsque un jeune ingénieur issu de l'Ecole de Chimie de Bordeaux, Michel Lung, qui joua également un grand rôle dans l'histoire d'Eurochemic, la rejoignit[66].

Le bâtiment T du Fort de Châtillon fut choisi pour la construction d'une usine-pilote. Des expérimentations sur un barreau de ZOE eurent lieu en 1952 dans l'installation primitive du Bouchet. Parmi les personnels prêtés au CEA par la section technique de l'armée pour travailler au Bouchet se trouvait dès 1952 André Redon, un jeune ingénieur diplômé du CNAM, qui allait jouer un rôle important dans l'histoire d'Eurochemic et qui fut bientôt intégré à l'équipe plutonium du Commissariat[67]. En février 1953 les plans de l'usine-pilote étaient prêts. Yves Sousselier, un ingénieur des pétroles recruté par Bertrand Goldschmidt pour ses connaissances en matière d'extraction industrielle[68] assura la direction du projet du pilote jusqu'au début de 1955. La construction dura environ 8 mois. L'usine-pilote d'extraction du plutonium de Châtillon (Figures 9 et 10) entra en service en 1954, et traita des combustibles irradiés en provenance de ZOE (rebaptisé EL1) et, après des modifications opérées en 1955, des combustibles du réacteur de Saclay EL2. Elle permit de disposer de quantités suffisantes pour procéder à des essais de fabrication de combustibles au plutonium et pour faire des

---

63 Il apparaissait comme agent de séparation pour les terres rares.

64 CEA(1951)p.29.

65 Bertrand Goldschmidt raconte comment il fut amené à choisir la Manufacture des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, de préférence à Rhône-Poulenc, pour le retraitement dans GOLDSCHMIDT B. (1987), p. 454-456.

L'ouvrage de Jean-Pierre Daviet consacré à Saint-Gobain ne comporte que quelques lignes sur le rôle de la firme dans le nucléaire, DAVIET J.P. (1989) p. 246. Le secteur nucléaire ne constitua jamais qu'une activité marginale dans le groupe chimique.

66 C'est à partir de la Division POP que fut créée en 1960 la filiale spécialisée Saint-Gobain Nucléaire (SGN), qui changea de raison sociale en 1965 pour devenir Saint-Gobain Techniques Nouvelles. SGN joua un très grand rôle dans la construction de l'usine Eurochemic. SGN passa sous la gestion de Pont-à-Mousson dans le groupe au début des années soixante-dix puis fut cédée en 1978 à la filiale du CEA spécialisée dans les activités amont et aval du cycle du combustible, la Compagnie générale des matières Nucléaires (COGEMA), qui en devint l'actionnaire majoritaire, et à la Société d'ingénierie essentiellement pétrolière TECHNIP. Elle poursuit ses activités aujourd'hui sous le sigle originel SGN, désormais développé en Société Générale des Techniques Nouvelles, et constitue le pôle principal du réseau d'ingénierie EURISYS créé en 1989 pour fédérer une cinquantaine d'entreprises parties à la construction des usines UP3 et UP2-800 de La Hague.

67 Né en 1924, André Redon, après une année d'études universitaires en chimie, avait travaillé dans une usine de colorants tout en poursuivant ses études dans sa spécialité mais aussi en électricité industrielle et en physique nucléaire au Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM).

68 Né en 1919, Yves Sousselier préparait le concours de l'Ecole polytechnique lorsque survint la guerre. Sa licence de mathématiques passée en 1945 lui permit d'entrer à l'Ecole nationale du Pétrole alors établie à Strasbourg. A l'issue de sa formation, il travailla comme ingénieur des pétroles de 1948 à 1953, en particulier sur les procédés d'extraction. Il fut en 1953 présenté à Bertrand Goldschmidt qui recherchait un ingénieur connaissant l'industrie et l'extraction par solvant. Après son passage au pilote de Fontenay il travailla au CEA sur les aspects industriels du traitement des minerais. L'expérience acquise à Fontenay en fit l'un des experts du projet Eurochemic et bientôt le Président du Comité technique.

essais d'alliages en vue de fabriquer la bombe[69]. Elle fut cependant arrêtée en 1957, essentiellement en raison des problèmes que posaient la gestion de ses effluents. Elle fut démantelée en 1961 et les locaux furent occupés par des laboratoires chauds dont la conception devait plus tard inspirer ceux d'Eurochemic.

La mise au point de l'usine-pilote débouchait sur la construction d'une véritable usine. Le 4 décembre 1952 était choisi, pour l'érection des piles plutonigènes françaises et de l'usine d'extraction, le site de Marcoule[70]. Son aménagement était confié à une Direction industrielle spécialement créée pour l'occasion et dirigée par Pierre Taranger. Saint-Gobain travailla durant l'année 1954 à l'élaboration de l'avant-projet, et les premiers travaux de génie civil de l'usine débutèrent en juin 1955.

L'usine de Marcoule (Figure 11), ultérieurement baptisée UP1, devait entrer en service en 1958, et la première campagne de retraitement eut lieu à la fin de l'année 1959. Le 13 février 1960 explosait la première bombe française.

Un mois après que les travaux avaient commencé à Marcoule s'ouvrait à Genève la Première Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques. Elle faisait cesser la politique systématique du secret en dévoilant certaines techniques nucléaires, en particulier celles qui étaient liées au retraitement[71], et ouvrait la voie à la coopération internationale dans le domaine de l'industrie nucléaire en en démilitarisant certains aspects.

Cette Conférence marquait l'aboutissement d'un processus qui s'amorça deux années auparavant, et qui est inséparable de l'évolution d'ensemble des relations internationales après la mort de Staline, au cours de la période de transition qui sépare l'apogée de la guerre froide des débuts de la détente, qui peut être définie comme «la sortie de la guerre froide «chaude»»[72].

### La levée du secret et la naissance du retraitement civil (décembre 1953-août 1955)

La transformation de la politique nucléaire américaine en 1953 [73], marquée par le discours "Atoms for Peace" du Président Eisenhower devant l'Assemblée Générale de l'ONU, le 8 décembre 1953, et concrétisée par l'amendement à la loi Mac Mahon de juillet 1954, permit la naissance de la coopération nucléaire internationale dans le domaine du retraitement. Celle-ci prit d'abord une forme bilatérale, puis réactiva les projets multilatéraux.

#### *Les tentatives avortées de coopération de l'après-guerre – Les travaux de la Commission de l'Energie Atomique de l'ONU (1946-1948)*

Une première ébauche de coopération avait été esquissée dans le cadre des travaux de la Commission de l'Energie atomique, créée en janvier 1946 par la première Assemblée Générale des Nations Unies[74] réunie à Londres. Ses travaux se poursuivirent jusqu'au début du printemps 1948. Le Comité mis en place par le sous-secrétaire d'Etat américain Dean Acheson, à l'initiative de James F. Byrnes, pour définir la position américaine sur le contrôle international de l'énergie atomique qui y était envisagé, formula une proposition dans le rapport dit «Lilienthal-Acheson»[75] qui fut rendu public en mars 1946. Le rapport reflétait largement les positions de Robert Oppenheimer, alors un des cinq membres du groupe de consultants engagés par le Comité. Il proposait que les activités «dangereuses», c'est à dire pouvant déboucher sur la fabrication de l'arme atomique – en fait

---

[69] Dans l'intervalle en effet le programme nucléaire militaire de la France avait pris forme, comme le démontrent les travaux récents de Dominique Mongin. Le 4 novembre 1954 un arrêté secret pris par le gouvernement Pierre Mendès-France créait un Comité des Explosifs nucléaires, présidé par un camarade de promotion (X) de Pierre Guillaumat, le Général Jean Crépin. Le 28 décembre 1954 était crée, au sein de CEA l'ancêtre direct de la Division des Applications Militaires (DAM), le Bureau des Etudes Générales, confié au colonel Albert Buchalet. Le 20 mai 1955 un protocole secret, conclu entre le ministre délégué à la Présidence du Conseil Gaston Palewski, le Ministre de la Défense et le Ministre des Finances, complétait le plan Gaillard en lui donnant une connotation beaucoup plus militaire. Voir MONGIN D. (1993), p. 18.

[70] CEA(1953) p.39.

[71] La levée du secret n'était cependant que partielle, certaines techniques, jugées stratégiquement ou économiquement vitales, devaient absolument rester dans l'ombre, comme les techniques d'enrichissement .

[72] Pour reprendre l'expression de GIRAULT R., FRANK R., THOBIE J. (1993), p. 190.

[73] HEWLETT R.G., HOLT J.M. (1989), en particulier le chapitre VIII, Atoms for Peace, building American Policy.

[74] Voir GOLDSCHMIDT (1980) p.83 sq.

[75] David Lilienthal était le Directeur de la Tennessee Valley Authority. Le développement du centre nucléaire d'Oak Ridge avait été tributaire des ressources hydroélectriques de la Tennessee.



**Figure 9.** Vue du tableau de contrôle synoptique (au premier plan) et tableau de commande (au second plan) du pilote de Châtillon. (Source : *L'âge nucléaire* (1958), p. 333.)



**Figure 10.** Vue d'une partie de l'atelier de concentration des solutions de plutonium du pilote de Châtillon. (Source : *L'âge nucléaire* (1958), p. 333)



Une vue de l'usine d'extraction de plutonium en voie d'achèvement. La conception technique et la réalisation de cette usine entièrement télécommandée ont été confiées par le C.E.A. à la Cie de St-Gobain.

●

**St-GOBAIN - MARCOULE**

**Figure 11**. Publicité pour Saint-Gobain, concepteur et réalisateur de l'usine de Marcoule. (Source : *Energie Nucléaire* (1957), N°3, juillet-septembre, cahier de publicités, p. X.)

toutes les étapes du cycle du combustible de la mine au retraitement – soient l'objet d'une gestion internationale et non d'un contrôle par une autorité internationale d'installations nationales et confiées à une «Autorité Internationale». L'élimination complète de l'arme atomique passait aux yeux du Comité par l'internationalisation des activités nucléaires.

Le rapport Lilienthal-Acheson fut revu par le représentant américain à la Commission, le financier Bernard Baruch, et le «Plan Baruch» fut présenté à l'ONU le 14 juin 1946 [76]. Il proposait la création d'une "Atomic Development Authority" (ADA). La troisième des 12 mesures concrètes présentées dans le plan prévoyait la gestion et le contrôle par l'ADA des usines de production des matières fissiles[77]. Le plan Baruch servit de base aux discussions qui se poursuivirent jusqu'au printemps de 1948. Mais le paysage international avait bien changé dans l'intervalle et cette première proposition de gestion internationale des matières nucléaires et du retraitement au service de la paix resta lettre morte. A la notion de gestion internationale se substitua alors l'idée d'un contrôle international, lancée par les Soviétiques, comme contre-feu à leur refus du plan Baruch. Mais un tel contrôle n'aurait alors concerné que les Américains puisque les Soviétiques n'avaient pas reconnu officiellement qu'ils menaient un programme nucléaire.

L'accélération de la détérioration des relations soviéto-américaines à partir de 1947 mit vite fin à toute discussion sur ces points et la question de la création d'un organisme international chargé des questions nucléaires ne fut reprise qu'à la fin de 1953, alors que l'Union Soviétique et la Grande-Bretagne avaient accédé à la puissance nucléaire et que se dessinait une nouvelle phase dans les relations internationales de l'après-guerre.

---

[76] FRUS (1972), 1946, Vol.1, pp. 846-851, repris dans CANTELON P.L., HEWLETT R.G., WILLIAMS R.C. (1991), pp. 92-96.

[77] CANTELON P.L, HEWLETT R.G., WILLIAMS R.C. (1991), pp. 93 : "3. Primary Production Plants - The Atomic Development Authority should exercise complete managerial control of the production of fissionable materials. This means that it should *control and operate all plants* producing fissionable materials in dangerous quantities *and own and control* ***the production*** of these plants".

*L'année d'"Atoms for Peace"*

*La crainte d'un retard technologique américain*

Il fallut attendre le choc créé aux Etats-Unis par l'explosion, le 12 août 1953, d'un engin thermonucléaire soviétique dont les Américains appréhendaient que ce fût une bombe, explosion postérieure de quelques mois seulement à l'explosion d'un engin américain et à l'entrée en fonction du Républicain Dwight D. Eisenhower comme Président des Etats-Unis. Les Américains craignaient alors que les Soviétiques n'aient pris de l'avance sur eux[78]. L'analyse du nuage né de l'explosion par les dispositifs «d'écoute radioactive» américaine concluait à l'utilisation de deutériure de lithium dans une bombe dopée transportable. Or l'utilisation du deutériure de lithium (solide) était la solution envisagée par les Américains pour leur superbombe mais qui n'avait pas été expérimentée par eux jusque là. Les deux engins qui avaient explosé dans des îles de l'atoll d'Eniwetok en mai 1951 puis en novembre 1952 étaient en effet, pour la première, une bombe dopée avec un mélange de deutérium et de tritium et, pour la seconde, «un dispositif volumineux mettant en jeu comme combustible nucléaire du deutérium liquéfié maintenu à très basse température»[79], c'est-à-dire un engin intransportable. L'idée de collaboration internationale dans le domaine nucléaire fut donc relancée dans ce contexte de crainte d'une avance technologique soviétique. Mais la mort de Staline le 5 mars 1953 et l'armistice de Corée du 27 juillet 1953 renforçaient les espérances quant au succès de l'initiative américaine, à laquelle les Soviétiques ne firent pas opposition.

Mais la nouvelle position américaine reflétait aussi les souhaits des entreprises privées américaines d'accéder à de nouveaux marchés qui leur étaient fermés par la suprématie publique et par les limitations légales.

*Le désir de promouvoir l'initiative privée dans le domaine nucléaire*

L'idéologie républicaine était favorable au développement d'activités nucléaires d'un nouveau type, compatible avec l'économie de marché, et commandait de réduire les pouvoirs jugés exorbitants de l'USAEC, alors considérée comme une «île du socialisme» et de la relier au «continent de la libre entreprise», et de mettre fin aux «jours dorés des privilèges et de l'isolement»[80]. La nomination de Lewis L. Strauss, un "self-made-man" de la finance, comme président de l'USAEC [81] le 2 juillet 1953 allait dans ce sens. Le nucléaire offrait des opportunités ou du moins des espoirs de profit tant sur le marché intérieur qu'extérieur. Il fallait pour cela faire sauter les verrous posés par la loi Mac Mahon[82]. Il fallait aussi promouvoir une nouvelle image du nucléaire, civile et pacifique. L'industrie privée se voulait prête à saisir l'occasion et constitua dès avril 1953 le premier "Atomic Industrial Forum".

*La naissance de la notion «d'atome pacifique» et le discours du 8 décembre 1953*

Mais c'est le Président qui imposa sa conception de «l'atome pacifique». Ebauchée pendant l'été 1953 [83], celle-ci déboucha sur la proposition de divertir des stocks militaires du matériau fissile pour les proposer à des usages pacifiques au niveau international. Avant de présenter son plan à l'ONU, Eisenhower l'avait exposé aux alliés anglais et français à la Conférence des Bermudes.

Dans son discours "Atoms for Peace" [84], Eisenhower proposait d'ouvrir des discussions internationales pour hâter le passage de l'atome de la peur à l'atome de la paix:

---

[78] Cf. GOLSCHMIDT B. (1980), p. 124-126. Les Etats-Unis ne purent procéder à la première explosion d'une bombe transportable par avion que le 1er mars 1954 à Bikini. Mais les Soviétiques ne lancèrent la leur qu'en novembre 1955.

[79] GOLDSCHMIDT B. (1980), p. 125.

[80] HEWLETT R.G., HOLL J.M. (1989), p.114, à propos de l'Amendement à la loi Mac Mahon: "The golden days of privilege and isolation, however, were beginning to fade in 1953. The rising interest in nuclear energy within American industry, the determination of the Eisenhower administration to reverse the trend toward greater governmental control of the economic system, [...] these efforts would in part establish at least some bridges between the 'island of socialism' and the mainland of the nation's 'free enterprise system'". Les Républicains craignent, dans la perspective d'un essor prochain de l'électricité nucléaire, que l'USAEC ne se comporte en Tennessee Valley Authority nucléaire.

[81] Il avait déjà été membre de l'USAEC de 1946 à 1950. Il resta en fonction jusqu'en juin 1958. Sur le bilan de son action, voir HEWLETT R.G., HOLL J.M. (1989), p. 429.

[82] Dès l'automne 1952, la Commission Mixte pour l'énergie Nucléaire (Joint Committee for Atomic Energy, JCAE) avait dans un volume d'information *Atomic Power and Private enterprise*, souligné la nécessité de l'amender, HEWLETT R.G., HOLL J.M. (1989), p. 22.

[83] HEWLETT R.G., HOLL J.M. (1989), pp. 65 sq.

[84] Reproduit dans CANTELON P.L., HEWLETT R.G., WILLIAMS R.C. (1991), pp. 96-104.

The United States is "instantly prepared [...] to seek 'an acceptable solution' to the atomic armaments race which overshadows not only the peace, but the very life of the world [...]

The United States would seek more than the mere reduction or elimination of atomic materials for military purposes.

It is not enough to take this weapon out of the hands of the soldiers. It must be put into the hands of those who will know how to strip its military casing and adapt it to the arts of peace.

[...] The United States knows that peaceful power from atomic energy is no dream of the future.

[...] Who can doubt, if the entire body of the world's scientists and engineers had adequate amounts of fissionable material with which to test and to develop their ideas, that this capability would rapidly be transformed into universal, efficient, and economic usage" [85].

Il proposait concrètement que les puissances possédant des matières fissiles les confient progressivement à un organisme international dépendant des Nations Unies, une "Atomic Energy Agency", chargée de leur assurer des utilisations pacifiques. Celle-ci en assurerait la garde, le stockage et la protection, et surtout serait chargée d'en développer les applications civiles, en particulier dans l'agriculture, la médecine et la production électrique.

Cette proposition était en retrait par rapport au plan Baruch en ce qui concernait les attributions de l'organisme international puisque la production des matières fissiles restait nationale. Elle donna cependant l'impulsion nécessaire à la naissance du «nucléaire civil».

***La naissance du retraitement civil, de l'amendement à la loi Mac Mahon à la Première Conférence de Genève (1954-1955)***

*Les premières mesures concrètes*

Cette annonce d'une mutation de la position américaine fut suivie en 1954 de mesures concrètes, comme la déclassification et la publication d'un certain nombre de données scientifiques et techniques concernant l'énergie nucléaire[86].

Le 30 août 1954 fut voté au Congrès un nouvel Atomic Energy Act[87] qui amendait la loi Mac Mahon, desserrait la politique du secret et fixait des règles relatives à l'exportation des technologies et matériels. Il autorisait la conclusion d'accords bilatéraux de coopération très précis dans leur objet et, dans ce cadre, le transfert de matières fissiles américaines en faible quantité dans des buts exclusifs de recherche et à condition que leur utilisation soit totalement pacifique. Les Etats-Unis se réservaient de plus le droit d'en contrôler l'usage. Le problème de la conformité de l'utilisation se posait donc, avec deux solutions envisageables, nationale par les Etats-Unis ou assurée par un organisme international.

Le 23 septembre 1954, John Foster Dulles proposait, devant la neuvième Assemblée générale de l'ONU, la création d'une Agence internationale et la réunion d'une Conférence internationale sur les utilisations pacifiques de l'atome. Les premières bases de la future Agence Internationale pour l'Energie Atomique de l'ONU étaient ainsi jetées, et la préparation de la Conférence de Genève de 1955 commença. Des traités bilatéraux de coopération furent préparés et certains signés dès juin 1955 [88] (Tableau 2).

Cet épisode de la détente aboutit à l'organisation par le Secrétariat de l'ONU, alors dirigé par Dag Hammarskjoeld, et sous la responsabilité de Walter G. Whitman, un ingénieur chimiste du MIT, de la Conférence Internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques. Elle fut présidée par le savant nucléaire indien Homi J. Bhabba et se tint à Genève du 8 au 20 août 1955 [89] (Figure 12). Plus de mille communications y furent faites devant 1400 délégués qui étaient venus de 75 nations.

---

[85] Ibid. pp. 101-102

[86] Voir par exemple les dates de publication des sources américaines dans la bibliographie de la communication de B. Goldschmidt: Un procédé par solvant pour l'extraction du Plutonium de l'Uranium irradié dans les piles, ONU(1956), T.9, p. 567 sq.

[87] Extrait dans CANTELON P.L., HEWLETT R.G., WILLIAMS R.C. (1991), pp. 331-335, qui renvoie à la version complète dans Laws of 83rd Congress-2nd session, pp. 1098 sq.

[88] Accords bilatéraux entre les Etats-Unis et les pays participant à Eurochemic, tels qu'ils résultent de l'application de l'amendement de la loi Mac Mahon de 1954. 6 pays signèrent avant le début de la Première Conférence de Genève, 11 avant la signature de la Convention créant Eurochemic le 20 décembre 1957. Présentation par ordre chronologique.

[89] Cf. FERMI L. (1957).

Tableau 2. **Les traités bilatéraux de coopération**

| Pays | Date de signature | Durée de validité | Nature<br>A : *recherche*<br>B : *recherche et réacteurs de puissance* |
|---|---|---|---|
| Turquie | juin 1955 | 10 ans | A |
| Suisse | juillet 1955 | 10 ans | B |
| Belgique | juillet 1955 | 10 ans | B |
| Portugal | juillet 1955 | 7 ans | A |
| Grande-Bretagne | juillet 1955 | 10 ans | B |
| Danemark | juillet 1955 | 10 ans plus 3 | A |
| Suède | janvier 1956 | 10 ans + 2 | A |
| France | novembre 1956 | 10 ans | B |
| Norvège | juin 1957 | 10 ans | B |
| RFA | août 1957 | 10 ans | B |
| Pays Bas | août 1957 | 10 ans | B |
| Espagne | février 1958 | 10 ans | A |
| Italie | avril 1958 | 10 ans + 10 ans | A |
| Autriche | janvier 1960 | 10 ans | A |




**Figure 12.** Emblème de l'opération "Atoms for Peace", utilisé lors de la Conférence de Genève de 1955. Il surmontait l'entrée du bâtiment abritant le réacteur-piscine américain et ornait la documentation distribuée à l'occasion de la Conférence et de la Foire commerciale. Autour d'une représentation planétaire du noyau et des électrons sont symbolisés les quatre domaines d'activité où les bienfaits de l'atome civil devraient s'exercer: la recherche scientifique, la médecine, l'industrie et l'agriculture. Deux rameaux d'olivier repètent la dimension pacifique de l'opération. (Source : USAEC (1955), page de garde.)

Les actes de la Conférence furent publiés l'année suivante en anglais et en français[90]. Ils firent largement tomber le mur des secrets. Quelques pans très importants restaient cependant debout, en particulier les méthodes de séparation isotopique ainsi que les chiffres des ressources et des productions d'uranium.

*Les révélations de la Conférence de Genève de 1955 en matière de retraitement*

Les séances 21 et 22.B.I de la Conférence[91], qui se tinrent les 19 et 20 août, furent consacrées au «Traitement chimique des cartouches actives irradiées».

Vingt-deux communications y furent présentées par des scientifiques venus du centre britannique de Harwell, des centres américains de Oak Ridge, de Hanford, d'Argonne et de Idaho Falls, des Norvégiens et des Suédois du JENER de Kjeller[92] et des Français du CEA.

Le procédé au TBP fut exposé au grand jour, tant par Bertrand Goldschmidt[93] que par Floyd L. Culler et J.R. Flanary du laboratoire d'Oak Ridge pour la méthode américaine[94]. Erik Haeffner, un Suédois travaillant au JENER au projet de petit pilote qu'il était prévu d'adjoindre à la pile JEEP et qui devait plus tard rejoindre le projet Eurochemic, présenta une communication très pointue à cette même séance. R.B. Lemon et D.G. Reid décrivirent «la marche de l'usine» de l'Idaho Chemical Processing Plant (ICPP), alors exploitée par la Phillips Petroleum Company, destinée à traiter des barreaux aluminium-uranium issus de réacteurs d'essais des matériaux.

A l'occasion de la Conférence, les Etats-Unis avaient imprimé à Genève et mis à disposition des congressistes plusieurs volumes de "Selected Reference Material". Le sixième volume, intitulé "Chemical Processing and equipment" [95], contient par exemple une présentation développée de l'ICCP en quarante-quatre pages illustrées de photographies et de schémas qui complète et approfondit la communication de Lemon et Reid.

Le volume de la même collection consacré à l'instrumentation constitue un véritable catalogue pour l'achat de matériel américain. Les préoccupations commerciales étaient en effet loin d'être absentes de la Conférence. A cet égard, elle constituait une vitrine pour la technologie nucléaire américaine. Plus largement d'ailleurs, de nombreux autres pays saisirent l'occasion qui leur était offerte de présenter, à l'exposition liée à la Conférence, leurs efforts et leurs succès dans ce nouveau domaine technique et industriel.

Les buts du retraitement furent donc en 1955 recentrés vers les applications civiles. Il s'agissait désormais non plus d'extraire du plutonium ou de l'uranium destiné à servir à la fabrication de bombes, mais de récupérer, à partir des éléments combustibles irradiés dans des réacteurs générateurs d'énergie, de l'uranium réutilisable dans les mêmes réacteurs ou du plutonium destiné à alimenter les futurs surgénérateurs. Pour cela il fallait séparer les matières fissiles nobles que constituaient l'uranium et le plutonium des produits de fission, qui constituent des «poisons» pour les réacteurs. Il fallait aussi les stocker de manière appropriée[96].

Pour assurer ces fonctions, un consensus s'était dégagé en faveur de l'utilisation industrielle des solvants organiques, au premier rang desquels se trouvait le TBP[97], lui-même au cœur du procédé PUREX.

---

[90] ONU(1956).

[91] ONU(1956), vol.IX.

[92] Le Joint Establishment for Nuclear Energy Research fut la première organisation internationale de coopération dans le domaine nucléaire civil. Elle naquit en 1950 de la rencontre entre l'eau lourde norvégienne et un stock d'uranium acheté avant guerre par un universitaire néerlandais et que les Britanniques acceptèrent de raffiner, cf. GOLDSCHMIDT B. (1980), p. 263-265. Ainsi divergea en juillet 1951 le premier réacteur européen commun, JEEP. D'autres pays nordiques se joignirent à cette coopération au début des années cinquante, puis l'Allemagne. En 1953 fut lancé un projet de petit pilote de retraitement, qui déboucha en 1961 et se prolongea jusqu'en 1966. Grâce à ce pilote les "petits pays du Nord» de l'Europe purent acquérir une expérience pratique du retraitement. Cf. 1ère Partie, chap. 2.

[93] D'après Bertrand Goldschmidt, les Français prirent l'initiative de publier leur recherche dans l'espoir que les autres puissances en feraient de même.

[94] "Séparation du plutonium des produits de fission : méthode d'extraction par solvant au moyen du TBP", ibidem, Vol. IV, p. 606 sq.

[95] USAEC (1955).

[96] Voir la séance 7.3 in ONU(1956), vol. IX.

[97] Au milieu des années cinquante on distingue deux grandes familles de procédés de retraitement : les procédés aqueux, qui se subdivisent en co-précipitation et en séparation par solvants organiques (DBC, Hexone, TBP) d'une part; les procédés non-aqueux d'autre part, qui comportent trois voies explorées en laboratoire : les procédés pyrométallurgiques, la scorification des oxydes, la volatilisation des halures.

**Le procédé PUREX de retraitement des combustibles nucléaires irradiés (Figure 13)**

*Quelques définitions préalables.* Cœur, gaine et éléments de structure des combustibles nucléaires

Le combustible nucléaire comprend, avant son introduction dans un réacteur; deux ensembles : le cœur d'une part, la gaine et les éléments de structure d'autre part.

C'est dans le cœur, constitué par de l'uranium qui peut se présenter sous des formes variées, métal, alliage ou oxyde, que se produisent au cours du séjour dans le réacteur la réaction de fission et les réactions nucléaires secondaires qui l'accompagnent.

La gaine et les éléments de structure, constitués notamment de métaux ou d'alliages à base d'aluminium, de magnésium, de fer (acier inox), de zirconium (zircaloy) ou de béryllium servent respectivement à isoler le cœur du milieu ambiant et à favoriser la dispersion de la chaleur résultant des réactions nucléaires qui se produisent dans le cœur.

***Les principes, les buts et caractéristiques générales de la chimie du retraitement des combustibles irradiés***

*Le combustible irradié, un "cocktail" complexe d'éléments chimiques*

La composition chimique du cœur d'un combustible qui a produit de l'énergie de fission dans un réacteur est complexe. Elle dépend notamment de la durée du séjour de celui-ci dans le réacteur ainsi que du temps qui s'est écoulé depuis son déchargement.

La fission a cassé les noyaux des éléments présents au départ ou pu créer des éléments plus lourds par absorption de protons. Elle réalise des transmutations nombreuses car les possibilités de fractures des noyaux lourds sont nombreuses. On trouve donc dans le cœur du combustible irradié environ un tiers des éléments chimiques classés dans la table de Mendeleev. Ceux-ci peuvent être regroupés en deux grandes catégories :

— des éléments lourds, uranium et transuraniens comme le neptunium, le plutonium, l'americium et le curium ;

— des éléments situés au milieu de la classification de Mendeleev, issus pour la plupart de l'éclatement des noyaux des éléments lourds du fait de la fission, d'où leur nom générique de produits de fission. On en compte une bonne trentaine, des gaz rares, krypton et xénon, des métalloïdes dont des halogènes, brome ou iode, des métaux alcalins et alcalino-terreux, rubidium, césium, strontium, baryum etc., des métaux divers, argent, cadmium, zirconium, niobium, molybdène, ruthénium, rhodium, palladium, enfin une série de terres rares, du lanthane au gadolinium.

La capture ou le rejet de neutrons a d'autre part multiplié les isotopes de ces différents éléments. La composition chimique et isotopique des combustibles irradiés apparaît donc extrêmement complexe.

*Les buts du retraitement civil*

Alors que dans une usine «militaire», l'objectif est de récupérer et de purifier le plutonium à usage d'explosif[98], dans une usine «civile», le but est de récupérer et de purifier l'uranium et le plutonium pour pouvoir les recycler dans de nouveaux combustibles nucléaires. Pour cela il faut les séparer du "cocktail" des éléments présents dans les combustibles irradiés, inutiles et même nocifs pour la fabrication de combustible recyclé, les «produits de fission».

*Une séparation très poussée dans des conditions spéciales*

Les produits de fission représentent 4 à 5% du poids de l'uranium et du plutonium contenu dans le combustible irradié, mais leur présence constitue un poison pour la réaction de fission et une source importante de radiations qui complique les opérations de recyclage. Il faut donc les éliminer au maximum pour pouvoir procéder à celles-ci. Le niveau de décontamination à atteindre dépend du degré de concentration des produits de fission, lui-même lié au taux d'irradiation du combustible. Cette concentration était, au début des années soixante, de l'ordre d'une partie de produits de fission pour mille parties d'uranium[99].

---

[98] Le plutonium «de qualité militaire» doit être composé presque exclusivement de l'isotope 239, et doit être extrait de combustibles ayant séjourné peu de temps en réacteur.

[99] L'augmentation rapide des taux d'irradiation la fit monter pendant la période d'exploitation d'Eurochemic jusqu'à 3 pour cent pour les produits de fission. Les exigences de décontamination s'élevèrent donc considérablement et purent atteindre 6 à 7 millions. Ce chiffre signifie qu'il ne doit pas rester après les opérations plus d'une partie de produits de fission sur 6 à 7 millions présentes au départ.

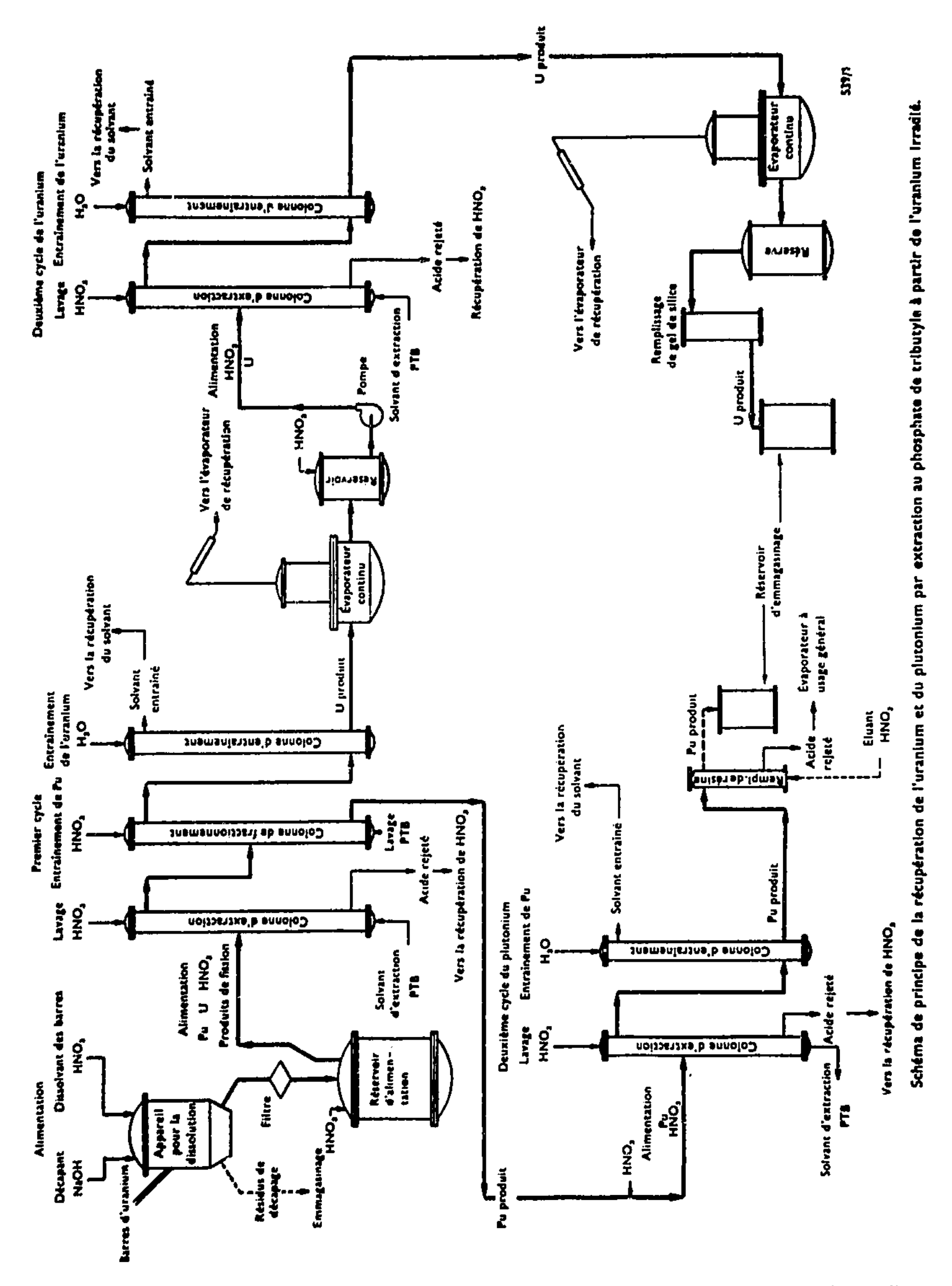



**Figure 13.** Premier schéma de principe du procédé PUREX à deux cycles présenté en 1955 à la Conférence de Genève par l'ORNL. Dans les deux cycles sont utilisées des colonnes d'extraction. La purification finale de l'uranium se fait au gel de silice, celle du plutonium par des résines échangeuses d'ions. (Source : ONU (1956), p. 607.)

L'uranium et le plutonium, dont la part dans le combustible dépendait également du taux d'irradiation et varia ainsi de 1 pour mille à 1%, doivent également être séparés de façon à permettre d'ajuster leur concentration dans le combustible de recyclage.

Il faut récupérer environ 99% de l'uranium et du plutonium présents dans le combustible soumis au retraitement. Ce niveau élevé est essentiellement motivé par la nécessité de limiter le plus possible la dispersion de matières fissiles, au premier chef le plutonium, dans les divers flux de déchets quittant l'usine.

La séparation chimique, relativement simple dans son principe, exposé ci-dessous, est compliquée par la présence d'un niveau très élevé de radiations ionisantes et par la nécessité absolue d'éviter une accumulation incontrôlée de matière fissile, en particulier de plutonium.

Il n'y a en effet pas de différence entre les matières fissiles traitées dans les usines de retraitement et celles qui conduisent à une réaction en chaîne au sein d'un réacteur. Il faut donc absolument éviter qu'au cours des opérations de séparation chimique ne s'accumulent des produits fissiles en masse ou en forme susceptibles de déclencher une réaction critique par émission de neutrons. Une telle accumulation pourrait conduire, au mieux à une excursion de criticité entraînant l'émission de flux importants de radiations, au pire à l'accident majeur, c'est à dire à une explosion détruisant l'installation et projetant à l'extérieur de l'usine des produits radioactifs.

La protection contre les risques d'accident de criticité, qui est un des aspects importants de la «sûreté»[100] d'une installation de retraitement, peut être obtenue en employant des matières spéciales, des «absorbeurs de neutrons», qu'on appelle aussi des «poisons neutroniques», qui empêchent l'amorçage de la réaction, par le contrôle de la concentration – en quantité et en qualité, il s'agit alors de maintenir la concentration en produits fissiles à un niveau suffisamment bas – ou par la «géométrie sûre», en concevant les contenants de telle façon que les neutrons s'échappent avant de pouvoir interagir avec des noyaux fissiles. On joue dans ce cas sur la forme des appareils de sorte qu'ils présentent un rapport surface/volume élevé. Dans la pratique la sûreté est assurée par une combinaison entre ces méthodes et suppose un contrôle strict, aussi bien pendant la phase de conception que pendant la phase d'exploitation.

La protection contre les radiations ionisantes, qui est le second aspect important de la sûreté, est obtenue notamment par l'implantation des appareillages dans des cellules aux murs épais inaccessibles pendant la marche normale de l'usine et difficilement accessibles après l'arrêt du fait de la radioactivité résiduelle due, en particulier, à la contamination des parois internes des équipements. Le fonctionnement de l'usine nécessite donc un contrôle à distance des opérations.

La prévention de la contamination interne par inhalation ainsi que la maîtrise des effluents gazeux sont obtenues par deux systèmes de ventilation distincts, mais obéissant à la même logique. Il s'agit d'instaurer une cascade de dépressions croissantes à mesure que les zones sont plus actives. Dans la mesure où il provient de l'extérieur, l'air ne peut accroître l'activité de la zone qu'il traverse. Parvenu dans les zones les plus actives, il est extrait vers un système de filtres. Un système indépendant de ventilation et de filtration est également organisé pour les cuves.

### *La méthode d'extraction par solvant – un principe simple, mais une mise en œuvre complexe*

#### *Un principe simple*

Le principe de la méthode d'extraction par solvant est fondé sur deux propriétés des solvants organiques. D'abord ceux-ci ne se mélangent pas avec les solutions aqueuses. Ensuite ils gardent en solution, en les complexant, les nitrates des éléments les plus lourds de la classification périodique, thorium et au-delà. Ils les extraient ainsi d'une solution aqueuse chargée en nitrates. Cette extraction ne se produit pas avec les éléments plus légers, comme les produits de fission et, dans le cas du plutonium, ne se réalise que lorsqu'il est oxydé aux valences $4^+$ ou $6^+$. Si le plutonium est à la valence $3^+$, il reste dans la solution aqueuse ou bien y passe.

La méthode va donc consister à mettre en solution aqueuse nitrique le cœur du combustible irradié et à mettre cette solution en contact à contre-courant avec du TBP, un complexant particulièrement efficace, dilué dans un solvant organique. Cette mise en contact fait passer l'uranium et le plutonium oxydé aux valence 6 et 4 dans la solution organique. Les produits de fission restent dans la phase aqueuse nitrique et sont évacuées avec celle-ci. C'est l'étape de co-décontamination ou co-extraction.

---

[100] Les institutions nucléaires distinguent aujourd'hui la sûreté et la sécurité. La première renvoie aux aspects techniques internes à l'entreprise – un équipement techniquement sûr, les procédures évitant que l'entreprise ne soit mise en péril par des erreurs de manipulation – la seconde concerne essentiellement la protection contre les actes de malveillance.

En mettant la solution organique en contact avec une solution aqueuse contenant un réducteur, le plutonium est réduit à la valence 3 et de ce fait passe dans la solution aqueuse. Le plutonium est ainsi séparé de l'uranium, d'où le nom d'étape de séparation donné à cette opération.

Le procédé de retraitement utilise essentiellement des opérations continues assez aisément contrôlables et exploitables à distance. Toutefois son application concrète est relativement complexe, notamment pour les raisons déjà mentionnées plus haut. Pour le comprendre il faut en examiner les détails.

*Une mise en œuvre complexe*

La tête de procédé ou "Head-end"

*Le dégainage mécanique ou chimique*

Pour permettre la mise en solution du cœur du combustible, il faut que celui-ci entre en contact avec le réactif de dissolution, en l'occurrence l'acide nitrique. Pour cela on doit éliminer la gaine qui entoure le cœur. Ceci peut se faire soit en dissolvant la gaine par un réactif chimique approprié – c'est le dégainage chimique – soit en «épluchant» la gaine par des moyens mécaniques – c'est le dégainage mécanique.

Le dégainage chimique consiste en la dissolution sélective de la gaine par un réactif qui n'attaque pas ou qui attaque le moins possible les composants du cœur. Si certains métaux utilisés sont faciles à dissoudre, comme l'aluminium ou le magnésium, d'autres en revanche sont très résistants aux attaques chimiques, comme le zirconium et l'acier inoxydable. De plus, si l'on mettait la gaine en solution en même temps que le cœur, le métal de gainage accompagnerait les produits de fission dans la phase aqueuse à l'issue de la co-décontamination, augmentant le volume des effluents de haute activité et compliquant leur stockage et leur traitement ultérieur[101].

On a donc intérêt à exécuter la dissolution en deux temps, dégainage puis dissolution du cœur, en faisant varier la concentration de l'acide, dans la mesure où le cœur est plus résistant à l'attaque que la gaine. On ne peut éviter cependant de dissoudre une partie du cœur lors du dégainage, qui passe dans la solution de dégainage, ce qui génère des quantités importantes d'effluents de moyenne activité.

Le dégainage mécanique, quant à lui, permet soit d'enlever la gaine, soit de rompre son étanchéité pour permettre l'attaque sélective du cœur. Cette opération peut être effectuée à distance avant dissolution, lorsque le cœur est constitué d'un barreau métallique rigide. Pour les combustibles constitués d'un assemblage de tubes, appelés les crayons, dans lesquels sont empilées des pastilles de combustible[102] – on procède au cisaillage mécanique des crayons, ce qui produit des segments ouverts aux deux extrémités. Les segments sont collectés dans une cuve où les pastilles de combustible sont dissoutes par de l'acide nitrique, sans que les éléments du gainage soient attaqués. A la fin de la dissolution du cœur, les éléments de gainage restants, qu'on appelle les «coques» de dissolution, sont retirés du bain d'acide et traités comme des déchets. En outre l'opération de cisaillage produit une certaine quantité de déchets solides finement divisés, appelés «fines», qu'il faut également séparer. De manière générale, les dispositifs de dégainage mécaniques sont adaptés à la composition et à la forme particulière du combustible retraité.

*La dissolution du cœur*

La dissolution du cœur s'effectue par de l'acide nitrique à l'ébullition. La solution obtenue contient, sous forme de nitrates l'uranium (des ions uranyles $UO_2^{++}$), un mélange de $Pu^{4+}$ et $Pu^{6+}$, ainsi que les produits de fission non gazeux.

La réaction de dissolution génère des oxydes d'azote, les «vapeurs nitreuses» qui sont recombinées en acide nitrique, lui-même renvoyé à la cuve de dissolution. Le but de cette opération est l'épuration des gaz de dissolution et non la récupération de l'acide nitrique.

La dissolution libère également des produits de fission gazeux ou volatils, essentiellement des gaz rares comme du xénon ou du krypton, ainsi que de l'iode qui, sauf traitement approprié, sont rejetés par la cheminée de l'usine.

*Ajustage et purification de la solution*

La solution de dissolution contient une certaine quantité de solides en suspension, fines, composants insolubles – comme le molybdène ou le silicium – alliés à l'uranium dans certains types de combustibles, produits de fission à solubilité limitée, etc. Avant de passer à l'extraction, il est procédé, par filtration ou centrifugation, à la séparation de ces solides pour obtenir une solution claire.

---

101 Et ultérieurement sa solidification, qui n'est pas envisagée dans les années cinquante.

102 Par exemple en oxyde d'uranium fritté, qui est la forme aujourd'hui la plus répandue pour les combustibles des réacteurs à eau ordinaire.

En outre, l'acidité, la concentration en uranium de la solution et la valence du plutonium sont ajustées aux conditions requises pour l'extraction.

L'extraction par solvant

*Le solvant, le TBP*

L'extraction par solvant est la phase capitale du procédé de retraitement. Comme cela a été montré ci-dessus, trois solvants organiques ont été utilisés à l'échelle industrielle : l'hexone, le dibutylcarbitol (DBC) et le phosphate tributylique (TBP). Ce dernier s'est imposé aujourd'hui partout avec le procédé PUREX. Le TBP est employé sous forme de solution à environ 30% en volume dans un hydrocarbure saturé comme certains kérosènes ou le dodécane.

*L'appareillage d'extraction – Mélangeurs-décanteurs ou colonnes pulsées*

L'appareillage utilisé est l'appareillage classique de l'extraction par solvant dans l'industrie chimique : mélangeurs-décanteurs ou colonnes pulsées (Figure 14)[103] qui sont, l'un et l'autre, des appareils de grande efficacité.

Les premiers ont une marche plus stable et sont plus aisés à contrôler que les colonnes pulsées. Cependant leur principe de fonctionnement conduit à un temps de contact relativement long entre la solution aqueuse fortement radioactive et le solvant, ce qui accroît le risque de dégradation de ce dernier sous l'effet des radiations. De plus le volume mort relativement important du mélangeur-décanteur complique la prévention des incidents de criticité.

Les colonnes pulsées ont par rapport au mélangeur-décanteur un volume plus réduit et exigent un temps de contact moins long entre la solution active et le solvant. En outre elles ne comportent en zone active aucun élément mécanique exigeant un entretien régulier ou fréquent.

*Les opérations d'extraction*

Le premier cycle d'extraction

*La co-décontamination ou séparation des produits de fission.* La première opération d'extraction fait passer l'uranium et le plutonium dans le solvant, laissant la grande majorité des produits de fission dans la solution aqueuse de dissolution.

On procède ensuite au lavage du solvant chargé en uranium et en plutonium par des solutions d'acide nitrique de concentrations différentes ce qui permet d'éliminer une partie de la faible fraction de produits de fission qui est passée dans la solution organique, principalement du zirconium-niobium, du ruthénium et du césium.

Le taux de récupération de l'uranium et du plutonium est de l'ordre de 99,9% et leur décontamination en produits de fission atteint un facteur oscillant entre 1000 et 10 000. Ces taux de séparation élevés sont atteints par la multiplication des étages dans les colonnes à contre-courant.

*La séparation de l'uranium et du plutonium.* La solution organique est alors mise en contact avec une solution aqueuse contenant un réducteur capable d'amener le plutonium à la valence $3^+$, qui passe dans la solution aqueuse alors que l'uranium reste dans la solution organique. L'agent réducteur employé à l'origine était le sulfamate ferreux, puis le sulfate uraneux, qui avaient l'inconvénient d'introduire des ions étrangers dans le processus, fer ou anion sulfate[104].

*Réextraction de l'uranium.* En lavant la solution organique débarrassée des produits de fission et du plutonium par une solution aqueuse de très faible acidité, on fait repasser l'uranium en solution aqueuse. C'est la réextraction.

La séparation du plutonium et la réextraction de l'uranium se font avec des rendements du même ordre de grandeur que ceux obtenus lors de leur séparation des produits de fission.

Toutefois le facteur de décontamination global atteint à l'issue des opérations décrites ci-dessus, et qui constituent ce qui est appelé le «premier cycle d'extraction», est insuffisant pour satisfaire aux conditions optimales de recyclage de l'uranium et du plutonium. Il faut donc poursuivre les opérations de purification à l'issue de ce cycle.

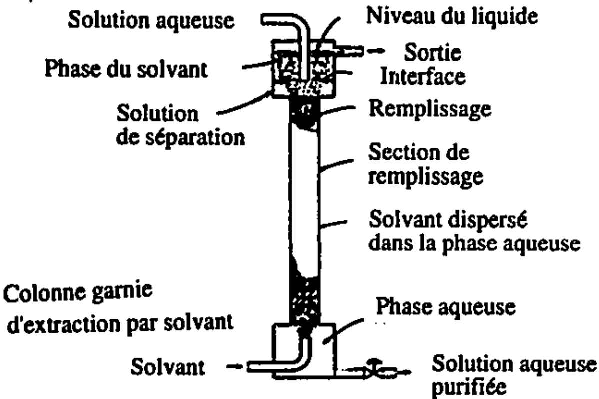
[103] On utilisait aussi dans les années cinquante des colonnes à garnissage.

[104] Eurochemic joua un rôle important dans l'adoption du procédé actuel qui utilise le nitrate uraneux. Dans les usines actuelles la réduction du plutonium est assurée par du nitrate uraneux formé par électrolyse dans la colonne d'extraction elle-même.

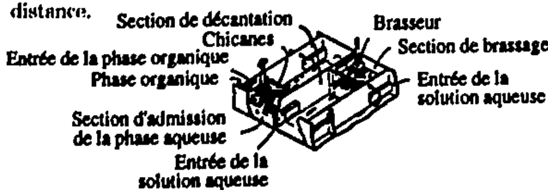
**Types de contacteurs utilisés par l'extraction par solvant**

Les principaux types de contacteurs continus utilisés pour l'extraction liquide-liquide de substances fissiles et fertiles sont des colonnes à gravité, y compris les colonnes garnies et à plateaux perforés, et des contacteurs à mise en mouvement forcée, comprenant les colonnes pulsées et les mélangeurs-décanteurs.

La colonne garnie (fig. 13) contient un remplissage, par exemple des anneaux Raschig en acier inoxydable, qui oblige les gouttelettes de la phase dispersée à suivre un chemin sinueux à travers la phase continue, améliorant ainsi le contact entre les deux phases. Le type de remplissage utilisé pour une application donnée dépend beaucoup de la nature chimique du système et des conditions requises pour le traitement, alors que sa hauteur dépend du degré de séparation désiré.

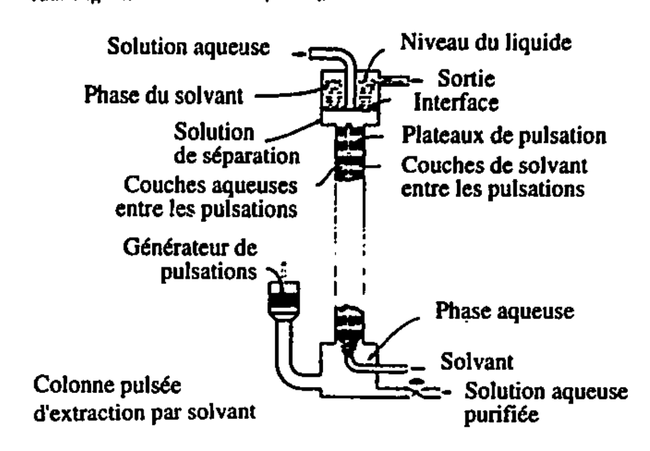



On peut utiliser une installation de mélange et décantation qui fonctionne avec un très bon rendement. Les mélangeurs-décanteurs du type horizontal nécessitent habituellement moins de place en hauteur mais un plus grand encombrement horizontal que les colonnes verticales d'extraction par solvant de même capacité de traitement. On a mis au point des modèles de mélangeur-décanteur à pompe (fig. 14) [14]. Dans cet appareil, de dimensions réduites, des cloisons séparent les chambres de contact des chambres de pompage. Une pompe d'agitation centrifuge aspire, dans chaque chambre de contact, les deux phases entrantes dans une tubulure verticale et les refoule radialement, intimement mélangées, dans la zone adjacente de décantation, produisant ainsi la hauteur de chute nécessaire à l'écoulement entre les plateaux et assurant le maintien du contact liquide-liquide dans la position désirée sur chaque plateau. Le courant que constituent les deux phases dans chaque zone de décantation s'écoule en un sens unique, alors que les phases s'écoulent en contre-courant entre les plateaux. Il n'y a ni joints ni coussinets submergés ; l'ensemble moteur-pulseur peut être enlevé ou remplacé par commande à distance.




Coupe schématique d'un type de décanteur-mélangeur à pompe pour extraction par solvant

La colonne pulsée à plateaux perforés (fig. 15) a été initialement décrite par Van Dijck [15] ; d'autres données sur l'évolution des colonnes pulsées ont été publiées depuis [16-19]. Ce système permet une réduction sensible, souvent de plus de 50 pour cent, de la hauteur de la colonne par rapport aux hauteurs nécessaires avec la colonne classique à remplissage. Dans la colonne pulsée, un mouvement de pulsation vertical de va-et-vient est superposé au mouvement en contre-courant des phases liquides à travers une série de plateaux horizontaux perforés fixes, placés à égale distance les uns des autres. Au lieu des plateaux perforés, on peut utiliser des anneaux Raschig ou un autre remplissage.




Dans le cas des colonnes à plateaux perforés, la pulsation joue encore un autre rôle important, en ce sens qu'elle favorise le passage en contre-courant des phases aqueuse et organique. La différence de poids spécifique entre les deux phases n'est d'habitude par suffisante pour produire un déplacement en sens inverse marqué à travers les petits trous des plateaux perforés. En conséquence, le déplacement de la phase légère vers le haut, et celui de la phase lourde vers le bas de la colonne, sont presque entièrement dus à l'action du générateur de pulsations et des pompes de circulation.

Le plus gros avantage des colonnes pulsées sur les colonnes garnies est que, pour le même effet d'extraction, elles peuvent avoir une hauteur beaucoup plus faible. Les avantages supplémentaires sont que l'efficacité d'extraction (hauteur de plateaux théoriques : HTP) dépend moins de la vitesse de passage et, dans le cas de colonnes à plateaux perforés, qu'il est plus facile d'arrêter provisoirement l'installation et de la remettre en marche, avec le fait caractéristique que le courant à travers les plateaux est très faible en l'absence de pulsations. La nécessité d'un générateur de pulsations est en revanche un désavantage en raison de son coût initial et de son entretien.

14. Coplan B.V., Davidson J.K. et Zebroski E.L., *The Pump-Mix Mixer Settler, A New Liquid-Liquid Extractor*, Chem. Eng. Progress, 1934, 403-8.
15. Van Dijck W.J.D., U.S. Patent 2.011.186, 13 août 1935.
16. Nege G. et Woodfield F.W., *Pulse Column Variables*, Chem. Eng. Progress, 1934, 40-396-1.
17. Nege G. et Woodfield F.W., *A. Lower-Plate Redistributor for Large-Diameter Pulse Columns*, Chem. Eng. Progress Symposium Series, 1954, n° 13. –
18. Thornton J.D., *Recent Developments in Pulse Column Techniques*, Chem. Eng. Progress Symposium Series, 1954, n 13.

**Figure 14.** Présentation des trois grands types de contacteurs utilisés pour l'extraction par solvant aux Etats-Unis en 1955 : mélangeur-décanteur, colonne garnie et colonne pulsée à plateaux perforés. (Source : CULLER F.L., Traitement du combustible nucléaire et de la couche de récupération par extraction à l'aide de solvant, ONU (1956), pp. 552-553.)

Les «seconds cycles» d'extraction

En répétant sur l'uranium et le plutonium séparés au cours du premier cycle des opérations d'extraction similaires à celles décrites ci-dessus, on accroît le facteur de décontamination global de l'uranium par rapport au plutonium et aux produits de fission, et du plutonium par rapport à ceux-ci et à l'uranium. Ces nouvelles opérations d'extraction constituent les «seconds cycles» d'extraction, respectivement le second cycle de l'uranium et le second cycle du plutonium.

Le facteur de décontamination complémentaire obtenu pour chacun de ces seconds cycles est de l'ordre de 100.

La queue de procédé ou "tail-end" – La purification finale de l'uranium et du plutonium

A l'issue des deux cycles d'extraction, l'uranium doit généralement encore être débarrassé de traces de produits de fission, en particulier du zirconium-niobium. Cette purification ultime est effectuée soit par un troisième cycle d'extraction, soit plus simplement par percolation au travers de colonnes d'absorption chargées de silica-gel.

Quant au plutonium, sa décontamination doit généralement être encore améliorée d'un facteur 10 par rapport aux produits de fission. Il y a en outre souvent lieu de procéder à une élimination supplémentaire de traces d'uranium. Pour ce faire, on utilise soit des résines échangeuses d'ions, soit la précipitation en oxalate de plutonium[105]. L'oxalate est filtré, lavé puis calciné à une température assurant sa décomposition en dioxyde de plutonium. Un autre avantage de la précipitation est que celle-ci peut s'effectuer en continu, alors que la purification sur résines est un procédé discontinu.

Quelques opérations annexes

*La concentration des produits de fission*

Comme cela a été indiqué ci-dessus, la grande majorité des produits de fission reste dans la solution initiale de dissolution après extraction de l'uranium et du plutonium par le solvant du premier cycle. Cette solution constitue l'effluent le plus radioactif produit par le procédé de retraitement. Elle contient en effet plus de 99,8% de l'activité bêta-gamma présente dans le combustible irradié. Elle est, à la sortie du premier cycle d'extraction, concentrée par évaporation afin de réduire le volume à stocker[106].

*Le traitement du solvant*

La solution de TBP est recyclée après chaque utilisation. Toutefois, sous l'effet des radiations et des réactifs chimiques, elle subit une certaine dégradation qui produit de faibles quantités de phosphates di- et monobutyliques ainsi que de l'alcool butylique. La présence de ces produits de dégradation a des effets néfastes sur le processus d'extraction. Le solvant doit donc être purifié avant d'être recyclé. En outre, des traces de produits de fission et, en particulier, de zirconium-niobium difficiles à éliminer rendent le solvant légèrement actif ce qui impose certaines précautions.

***Les difficultés pratiques***

La mise en œuvre de tous ces procédés relèverait de l'industrie chimique classique si les contraintes, dues à la radioactivité très élevée des matières traitées et à la présence de quantités importantes de matières fissiles, ne compliquaient l'exploitation.

Le mélange de produits de fission en particulier constitue une puissante source de rayons bêta et gamma, ce qui rend nécessaire le recours à des protections épaisses: murs en béton, fenêtres d'observation en verre au plomb, enceintes en plomb ou en acier épais, etc.

La manipulation du plutonium, qui du fait de son rayonnement alpha devient extrêmement nocif s'il est inhalé ou ingéré dans l'organisme, exige des précautions particulières et notamment l'utilisation d'enceintes étanches comme les boîtes à gants.

Les problèmes de radioactivité obligent à une hiérarchie stricte dans l'organisation de l'espace de l'usine : les zones actives sont inaccessibles en fonctionnement et doivent donc être contrôlées à distance. Elles sont séparées des zones inactives, où les sujétions sont minimales pour le personnel, par des zones semi-actives où la durée de séjour est strictement limitée.

---

[105] Cette dernière technique est aujourd'hui la plus utilisée car elle est une étape obligatoire dans la préparation de l'oxyde de plutonium, qui est la forme sous laquelle le Pu est livré la sortie des usines civiles de retraitement.

Cependant, dans les usines militaires où il faut produire du Pu métallique, l'oxyde de Pu est fluoré par de l'acide fluorhydrique en $PuF_4$, que l'on transforme en métal par calciothermie sous atmosphère inerte.

[106] Les effluents des usines actuelles les plus modernes sont vitrifiés.

La construction d'une usine de retraitement n'est donc hier comme aujourd'hui pas comparable à celle d'une usine chimique classique.

En construire une en Europe qui fût capable de retraiter les combustibles des futurs réacteurs constituait un défi technique. Celui-ci fut relevé grâce à l'évolution des facteurs diplomatiques qui, à partir du milieu des années cinquante, devinrent favorables à des initiatives internationales de coopération dans le domaine des techniques nucléaires et particulièrement du retraitement civil. C'est au sein de l'OECE que se concrétisa sous la forme de la Société Eurochemic la première d'entre elles.

*Chapitre 2*

# L'OECE, les pays européens et la coopération internationale dans le domaine nucléaire

***1948 – 1956***

Comment une Organisation de pays européens chargée en 1948 de préparer le relèvement de l'Europe et de répartir l'aide Marshall se retrouva-t-elle huit ans plus tard à la tête d'un projet de coopération dans le domaine de la chimie des matières radioactives[1]? Comment l'expérience administrative acquise par l'Organisation fut-elle transférée dans la gestion du projet de création d'une usine commune de retraitement des combustibles chimiques irradiés? Telles sont les questions sous-jacentes au récit de la rencontre quelque peu surprenante qui se fit entre l'OECE et l'énergie nucléaire, rencontre qui se traduisit par la constitution en juin 1955 d'un Groupe de travail chargé de préparer la création au sein de l'Organisation d'un Comité de l'Energie Nucléaire, embryon de la future Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire, l'AEEN/OECE.

Parmi les projets concrets de coopération que l'OECE fut amenée à proposer dans le domaine nucléaire entre juin 1955 et octobre 1956, celui d'une usine de retraitement fut considéré comme le moins difficile à réaliser. Un Syndicat d'études fut en conséquence formé pour en explorer plus avant les aspects.

Encore fallait-il que les pays européens soient intéressés par la coopération proposée par l'Organisation. L'analyse de la situation des activités nucléaires dans les pays participants au Syndicat d'études montre que, derrière l'apparent consensus qu'exprimait l'adhésion au Syndicat, les attentes étaient extrêmement diverses et parfois contradictoires.

## L'OECE et le nucléaire – Une rencontre inattendue (avril 1948-mai 1955)

L'engagement nucléaire de l'OECE découle de trois préoccupations de l'Organisation au début des années cinquante.

La première était de trouver une solution au problème de l'approvisionnement énergétique en ces premières années de la «Haute Croissance». Le risque d'une dépendance croissante de l'Europe envers les importations, mis en évidence par les études des Comités Verticaux de l'Organisation, amena l'OECE à s'intéresser aux perspectives de développement de la production électronucléaire et à proposer, pour l'accélérer, la création d'une Agence Européenne de l'Energie Nucléaire et des projets de coopération multilatérale. Ceux-ci étaient au départ très divers et concernaient non seulement une grande partie des activités du cycle du combustible, de la séparation isotopique au retraitement des combustibles irradiés, en passant par le développement des réacteurs, tant de puissance que de recherche, mais aussi la propulsion maritime ou aérienne ou encore la production d'eau lourde. La gamme des propositions se restreignit cependant peu à peu. Seuls trois projets furent menés à bonne fin: deux réacteurs expérimentaux, Halden et Dragon, et l'usine de retraitement Eurochemic. Le processus de sélection des projets et leur organisation même furent tributaires des structures et de la «culture d'entreprise» de l'OECE. Ainsi naquit un projet de coopération internationale original et doublement hybride, à mi-chemin entre le laboratoire et l'usine, à mi-chemin entre l'entreprise privée et l'organisme public.

La seconde préoccupation de l'OECE était de contribuer à la modernisation de l'industrie européenne, en particulier par l'organisation des transferts de connaissances et de technologies américaines en Europe occidentale. Dès 1949 des structures s'étaient développées dans ce but. Cette action n'avait pas cessé de s'approfondir au début des années cinquante. La chimie apparaissait comme une des activités centrales pour la modernisation. Les Etats-Unis possédaient une avance technologique importante en chimie et la chimie des matières radioactives constituait une industrie de pointe au sein de la chimie américaine.

---

[1] Sur l'histoire de l'OECE, cf. BOSSUAT G. (1992a et b), GIRAULT R., LEVY-LEBOYER M. dir. (1993), MELANDRI P. (1980), MILWARD A.S. (1984). A également été utilisée la collection des Actes du Conseil, référencée dans ce chapitre sous la forme *Actes*, n° du volume, n° de la décision, date.

Il s'agissait enfin de trouver de nouveaux champs d'activité pour l'OECE après la crise interne qui accompagna la fin de la période de reconstruction et l'achèvement du plan Marshall. Le développement d'une branche de l'Organisation consacrée au domaine nucléaire constitua un des aspects du redéploiement de l'OECE après 1951 et se traduisit en 1957 par la création au sein de l'OECE de l'Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire (AEEN) et par celle d'une entreprise commune à 12 puis 13 pays membres de l'Organisation, la Société Eurochemic.

### *Les éléments d'une «culture d'organisation» à l'OECE (1948-1951)*

#### *La mise en place de l'Organisation et les Comités techniques verticaux (1948-1949)*

L'Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE) [2] fut créée par la Convention du 16 avril 1948 signée par les ministres de 16 pays européens et les commandants en chef des zones d'occupation anglo-américaine et française en Allemagne[3]. Son premier but était «l'établissement et l'exécution d'un programme commun de relèvement» pour la période allant du 1er juillet 1948 au 30 juin 1949, permettant à court terme aux pays européens «de se maintenir à un niveau d'activité économique satisfaisant sans aide extérieure de caractère exceptionnel»[4]. Il était ensuite de répartir entre ses membres l'aide Marshall.

Celle-ci, offerte le 5 juin 1947, avait été précisée et approuvée par le Congrès des Etats-Unis le 2 avril 1948. L'Economic Cooperation Act débloquait une première tranche de 5,3 milliards de dollars pour la première année du programme quinquennal de reconstruction, l'European Recovery Program (ERP) [5]. Un organisme américain, l'European Cooperation Administration (ECA), dirigé par Paul J. Hoffman, constituait le pendant de l'OECE. La nouvelle Organisation mit rapidement en place ses structures: le Conseil des Ministres, présidé par le Belge Paul-Henri Spaak, un Comité exécutif de sept membres, qui avait à sa tête Sir Edmund Hall-Patch, un Secrétariat général, dirigé par le Français Robert Marjolin[6] en constituaient les pôles d'impulsion[7]. Si l'OECE était soumise à la règle de l'unanimité au Conseil, un certain pouvoir de proposition était dévolu au Secrétaire général. Le Conseil pouvait créer des Comités techniques ou d'autres organismes en cas de nécessité.

Dès le mois d'août 1948 [8] par exemple, huit Comités techniques verticaux[9] furent chargés de préparer dans leur spécialité des études en vue de l'élaboration du Programme à Long Terme devant compléter le premier programme de relèvement. Ces Comités étaient souvent les prolongements des Comités techniques spéciaux formés dès juillet 1947 comme sous-groupes du Comité pour la Coopération Economique Européenne (CCEE) chargé de préparer la réponse des Européens à l'offre Marshall.

Trois de ces Comités s'occupaient de problèmes énergétiques, vitaux bien sûr pour la reconstruction: les Comités du charbon, du pétrole et de l'électricité.

Ainsi le Comité de l'électricité était compétent pour les problèmes de production électrique et les échanges d'énergie électrique entre les pays membres. A ce titre, il fut chargé en août 1949 d'étudier les

---

2 Voir STROHL P. (1959).

3 Les pays signataires furent l'Autriche, la Belgique, le Danemark, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie.

4 Convention de l'OECE, article 1.

5 Ou Premier programme intérimaire. Selon R. Marjolin, en 45 mois, du 1er avril 1948 au 30 décembre 1951, l'ECA alloua à l'Europe 12,4 milliards de $, soit, 1,2% du PNB américain. Ce chiffre est à comparer à l'objectif fixé dans les années soixante-dix de 0,7 % du PNB des pays faisant partie du Comité d'Aide au développement de l'OCDE (CAD) pour l'aide au tiers monde... GIRAULT R. et LEVY-LEBOYER M. dir. (1993) proposent des chiffres différents : 13,5milliards au titre du Plan, dont 8,6 milliards de Fonds de Contrepartie mis à disposition des pays.

6 Cf. R. MARJOLIN (1986). Philosophe et économiste de formation, Robert Marjolin avait été de 1945 à 1948 le bras droit de Jean Monnet au Plan français. Il était marié à une Américaine, rencontrée pendant le séjour qu'il fit pendant la guerre aux Etats-Unis.

Robert Marjolin resta en poste jusqu'au 31 mars 1955. Il fut remplacé par un autre Français, René Sergent. *Actes* (1955) 1327 du 25 février.

7 La présence d'un Belge, d'un Britannique et d'un Français est l'expression d'un dosage politique. Spaak était censé défendre les «petits pays» face aux deux grandes puissances européennes, liées par leur «mésentente cordiale».

8 *Actes* n°80, 12/08/1948.

9 Une décision du Conseil n°173 du 12 avril 1949 précise la liste, les attributions et le fonctionnement des Comités techniques, qui peuvent être de 3 sortes : verticaux, horizontaux et spéciaux. Les Comités verticaux ont une compétence qui «porte sur des produits déterminés» et sont «chargés d'étudier certains problèmes suivant une méthode analytique». La compétence des Comités horizontaux «comprend certains aspects de l'activité économique», et «sont chargés d'utiliser les études des premiers pour en faire la synthèse et en dégager les principes généraux».

possibilités de coordination des investissements dans l'industrie électrique[10], afin de combler au plus vite le déficit de production existant à cette date en Europe. Le Comité avait à cette occasion les tâches suivantes :

- évaluer les besoins en énergie électrique, par enquête auprès des pays membres et actualisation des données détenues par l'Organisation ;
- soumettre dans un délai de quatre mois un rapport sur les investissements prioritaires compte tenu de contraintes posées par le Conseil : d'une part les projets devaient être économiquement justifiés et rapidement réalisables, d'autre part il fallait envisager des localisations de nouvelles centrales permettant «un équilibre approprié entre les considérations d'ordre national «et les possibilités d'interconnexion existantes ou à construire ;
- estimer la dépense ;
- établir une liaison avec un Comité horizontal, «le Comité de l'Equipement, chargé de vérifier à quel point ces besoins pourront être couverts par les industries électriques et mécaniques des pays membres».

L'OECE œuvra en outre, de 1948 à 1951, à la coordination de la reconstruction européenne, par des programmes annuels de développement, et au redémarrage du commerce intra-européen sur une base multilatérale, par des «Accords annuels de compensation multilatérale». Ces derniers précédèrent la mise sur pied de l'Union Européenne des Paiements (UEP), par l'accord du 19 septembre 1950, et la signature, le 18 août 1950 du Code de Libération des Echanges. Les organismes spécialisés s'étaient multipliés au sein de l'organisation, et des liens nouveaux s'étaient tissés avec les Etats-Unis et le Canada, plus étroitement associés aux travaux de l'Organisation depuis juin 1950 [11].

*Le «Plan Marshall immatériel»* [12] *– Assistance technique, missions d'études et de productivité et coopération scientifique et technique à l'OECE (1950-1951)*

Le relèvement de la production était inséparable de l'amélioration de la productivité. Il fallait combler le fossé de productivité, le "productivity gap" qui s'était creusé entre les Etats-Unis et l'Europe : à cet égard les Comités techniques de l'OECE constituaient un des lieux de diffusion de l'information technique indispensable à l'amélioration de la productivité du système économique européen. Aux liens d'assistance économique entre l'Europe et les Etats-Unis vinrent rapidement s'ajouter ceux de l'aide technique, qui fit l'objet d'un amendement particulier de la loi américaine de 1948 qui avait organisé le plan Marshall[13]. L'objectif des dirigeants d'alors était d'atteindre le niveau d'excellence américain. Comme l'écrit Robert Marjolin en évoquant l'état d'esprit qui régnait à l'OECE au tout début des années cinquante, «l'Amérique nous hypnotisait, le succès matériel américain était notre idéal ; notre but quasi-exclusif était de combler le fossé qui séparait l'industrie européenne de celle des Etats-Unis»[14].

Les missions d'étude et de productivité se multiplièrent en 1950 sous l'égide d'un Groupe de l'Assistance technique. En 1950 par exemple se succédèrent dans les domaines de la chimie et du pétrole des missions d'étude aux Etats-Unis qui avaient pour objet l'appareillage chimique, les problèmes posés par la pollution des eaux et de l'atmosphère du fait des industries, les liaisons entre les laboratoires de recherche et l'industrie, la pétrochimie. Inversement deux experts américains furent invités à faire un voyage en Europe à

---

10 *Actes*, n°229, 19 août 1949. Cette mission déboucha sur la création en mai 1951 de l'UCPTE, «Union pour la Coordination de la Production et du transport de l'Electricité», qui existe toujours. Voir l'article de M. Banal, Le Plan Marshall et l'Electricité en France, GIRAULT R. et LEVY-LEBOYER M. dir. (1993), pp. 257-258.

11 *Actes*, n°384, 23 juin 1950.

12 Suivant l'expression de Christian Stoffaes, dans son article «La Révolution invisible : une mise en perspective de l'expérience des missions de productivité», GIRAULT R. et LEVY-LEBOYER M. dir. (1993), pp. 755-762. Le colloque de Bercy comprend d'intéressantes communications sur la productivité dans le plan Marshall. Dans son rapport introductif à la partie consacrée aux retombées industrielles du Plan Marshall en France, François Caron affirme que , s'il «n'a en effet pas créé le mouvement de modernisation», le Plan Marshall «a donné le premier coup de pouce à ce mouvement de croissance de la productivité qui se poursuit durant les années cinquante». Dans le domaine des transferts de technologie, il est «l'instrument d'une rupture technique majeure dans la plupart des secteurs». La communication de Richard F. Kuisel, The Marshall Plan in action, Politics, Labour, Industry and the Program of technical assistance, pp. 335-358, examine pour la France les conditions dans lesquelles se sont réalisées les missions de productivité de l'ECA. Aux Pays-Bas, le tournant productiviste est pris en 1950, et est lié à l'aide Marshall, cf. la communication de Erik Bloemen, Technical Assistance and Productivity in the Netherlands, ibid. pp. 503-514.

13 Par l'article 111 a. 3, relatif à «l'acquisition et à la fourniture d'information et d'aide technique»

14 MARJOLIN R. (1986), p.228. Pour la France, voir également l'article de R.F Kuisel, L'American way of life et les missions françaises de productivité, *Vingtième Siècle*, n°17 ( janvier-mars 1988), pp. 21-38.

l'occasion du XXIII[e] congrès annuel de Chimie industrielle qui se tint à Milan du 17 au 23 septembre 1950. Leur voyage fut préparé conjointement par le Comité des produits chimiques et l'ECA[15].

Le premier considérant du texte organisant la première mission[16] est très révélateur de leur fonction:le Conseil reconnaît «l'intérêt primordial pour l'industrie chimique européenne d'avoir une idée précise des progrès réalisés aux Etats-Unis dans le domaine de l'appareillage utilisé dans cette industrie pour permettre de réaliser dans les meilleures conditions possibles la modernisation des usines européennes, seul moyen de mettre l'industrie chimique européenne en mesure d'affronter la concurrence mondiale [...] ».

Les experts étaient désignés par les Comités techniques sur proposition des Etats membres. Ils recevaient l'agrément de l'ECA et rédigeaient dès leur retour un rapport préliminaire. Le Comité technique faisait, après discussion du rapport, des propositions d'utilisation pratique des données collectées aux Etats-Unis dans des rapports complémentaires. Les rapports étaient remis aux Etats membres, qui en assuraient la diffusion auprès des organismes intéressés.

En juillet 1951, l'ECA proposait un renforcement de sa politique de productivité et annonçait, à l'occasion du départ en mission du 1000[e] expert français, un programme spécial, le "Production Assistance and productivity Program" (PAP) [17].

L'OECE fut également amenée à se préoccuper de coopération européenne en matière scientifique et technique: en juin 1949 le Conseil [illegible] groupe de travail sur ce thème. Ses études furent approfondies à partir de janvier 1950 par trois nouveaux groupes, le Groupe de travail sur la coopération dans la recherche en sciences appliquées, celui de la productivité et le Groupe consultatif pour l'augmentation de la productivité par la normalisation (AGIPS). En février 1951 furent créés un nouveau Comité des questions scientifiques et techniques et trois sous-comités héritiers des groupes de travail.

La souplesse d'organisation avait entraîné des effets pervers et la multiplication des organes spécialisés avait occasionné les double-emplois et les problèmes de compétence habituelles dans une organisation bureaucratique en développement. L'achèvement du plan Marshall en octobre 1951 allait entraîner une crise d'où l'Organisation devait sortir transformée.

***La crise et le recentrage de l'OECE – L'Agence Européenne de Productivité (AEP) (1952-1953)***

La dégradation des relations internationales, le durcissement de la guerre froide et la guerre de Corée qui débuta en juin 1950 firent passer au tout premier plan les préoccupations militaires et, comme l'écrit Robert Marjolin, «provoquèrent une crise profonde en matière de coopération européenne, même si on s'ingénia à la voiler autant que possible»[18]. Ces facteurs s'ajoutant à la perspective de la fin du plan Marshall prévue pour octobre 1951, l'avenir de l'Organisation semblait menacé[19].

La montée en puissance de l'aide militaire américaine, qui représenta 10 milliards de dollars de juin 1950 à juin 1952, contre 3,3 milliards pour l'aide économique et technique, ne fut pas sans conséquences pour l'OECE. La mise en place de l'OTAN semblait rendre superflu, voire néfaste, le maintien d'une organisation économique autonome, volet civil du «containment», à un moment où la dégradation des relations internationales semblait nécessiter une nouvelle organisation collective d'une économie de guerre. Dès juillet 1950, les Américains commencèrent à envisager de fusionner les deux aides, civile et militaire. Ce fut fait le 1er janvier 1952, lorsque l'ECA fut remplacée par la MSA (Mutual Security Agency). Les Britanniques ne cachèrent pas en 1951 qu'ils désiraient la disparition de l'OECE, dont on ne devait garder que l'Union Européenne des Paiements. Robert Marjolin explique que l'Organisation n'avait eu d'intérêt à leur yeux que «comme canal par lequel arrivait l'aide américaine. La coopération n'avait pas (pour eux) une valeur en soi»[20]. De plus, la vocation multilatérale de l'Organisation et la présence de pays militairement neutres en son sein s'opposaient à leur souhait de voir s'y exercer une double domination anglo-américaine. Le condominium anglo-américain semblait plus facile à exercer à l'OTAN.

---

[15] L'organisation des projets d'Assistance technique de l'OECE est précisée par la résolution du Conseil du 4 mai 1950, et une typologie des projets est présentée dans la recommandation du même jour, *Actes*, n°352 et 353. Les missions citées font l'objet des résolutions 355, 356, 358 et 434.

[16] *Actes* (1950) 355.

[17] Sur les avatars du PAP, voir l'article de R.F. Kuisel , GIRAULT R. et LEVY-LEBOYER M. dir. (1993), pp. 345-347.

[18] R. MARJOLIN (1986), p.238.

[19] Sur l'OECE à la fin du plan Marshall, voir BOSSUAT G. (1992a), chapitre 9.

[20] R. MARJOLIN (1986), p.238. Ces difficultés et ces querelles contribuèrent à la décision de départ de Marjolin prise dès décembre 1953.

Les Français et les Allemands souhaitaient cependant pour des raisons différentes la survie de l'OECE. Pour la France l'OECE avait pour qualités les défauts que lui trouvaient les Britanniques. Quant à l'Allemagne[21], elle se serait vue exclue d'une coopération européenne dépassant le seul secteur du charbon et de l'acier, alors que la stratégie de réinsertion dans la vie internationale, menée par Konrad Adenauer, passait par la multiplication des liens internationaux. La participation allemande rassurait par ailleurs les Français. Français et Allemands finirent par rallier les Etats-Unis et le Canada à leurs vues et l'OECE survécut[22]. Mais ce fut au prix d'une sévère cure d'amaigrissement.

Le Conseil chargea en effet un groupe de travail de «procéder à un examen des activités actuelles et prévisibles de l'Organisation». Ses conclusions furent reprises par la Résolution du Conseil du 28 mars 1952 [23]: «il convient que les pays membres centrent leur attention et leurs efforts sur certains problèmes et plus particulièrement sur le problème de la libération des échanges et des paiements, sur ceux de la stabilité financière intérieure et *de l'expansion de la production*. [...] La réalisation de ces objectifs implique qu'un rendement maximum soit assuré à l'organisation en même temps que seront bannies toutes dépenses non indispensables à la conduite efficace des travaux».

La logique productive atteignait l'organisation elle-même: le nombre des Comités fut réduit, leur structure revue, les effectifs fondirent du tiers sous les coups de ce que les fonctionnaires ne tardèrent pas à appeler «la Commission de la hache».

Robert Marjolin avait dès août 1951 proposé que l'objectif de l'OECE fût désormais réorienté vers la préparation d'un Plan européen de développement de la production de 25% pour les cinq années à venir. Si le Plan resta lettre morte, le Conseil ne faisant qu'une déclaration d'objectif, le recentrage de l'Organisation se traduisit par un certain nombre de mesures prises en 1952 et 1953 concernant, outre les échanges, les paiements et la stabilité monétaire, l'expansion et l'organisation de la production

Ainsi en mars 1952, le Conseil décida l'examen annuel commun de la situation et des perspectives économiques de chacun des pays membres et des pays associés, les Etats-Unis et le Canada. Un échange d'informations et une tribune de discussion sur les politiques économiques, ainsi qu'un mouvement de convergence des mesures statistiques s'amorcèrent ainsi à l'OECE [24]. En octobre 1952 fut discuté en Conseil le premier rapport d'ensemble sur la situation économique de l'Europe.

Un an plus tard, le 24 mars 1953, fut créée l'Agence Européenne de Productivité[25] (AEP/OECE), qui fut la première Agence de l'OECE, avant l'Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire. L'AEP/OECE était l'héritière des structures complexes de l'assistance technique et de celles de la coopération scientifique et technique d'avant la réorganisation de 1951-1952. Une première simplification était intervenue en mai 1952 avec la création d'un Comité de la Productivité et de la Recherche appliquée, chapeautant les activités de coopération dans la recherche et en matière de productivité et de normalisation, représentés par trois sous-comités et centralisant les missions exécutées au titre de l'assistance technique.

La transformation du Comité en Agence permettait surtout l'individualisation budgétaire. L'Agence était en effet alimentée par des fonds spéciaux en provenance de deux sources: de l'OECE, sous forme d'attributions, et du gouvernement des Etats-Unis d'Amérique sous forme de «contributions à l'Organisation pour le compte de l'Agence». Les Etats-Unis fournirent ainsi pendant les trois premières années de fonctionnement de l'Agence le quart de ses ressources, soit 2,5 M$ sur 10 M.

L'objet de l'Agence était «de rechercher, de développer et d'encourager les méthodes les mieux appropriées et les plus rationnelles en vue de l'accroissement de la productivité dans les différentes entreprises appartenant aux divers secteurs de l'activité économique des pays membres, ainsi que dans tous les domaines de leur économie»[26].

---

[21] Dans le mois qui suivit la création de la RFA en septembre 1949 le nouvel Etat participait aux travaux de l'OECE, avant d'y être officiellement admis à la suite de la signature du Traité bilatéral d'adhésion au plan Marshall du 15 décembre 1949.

[22] Pierre Huet se souvient que Spaak souhaitait pour l'Organisation un rôle politique allant au-delà de sa fonction de coopération, laissée aux diplomates. Ceci se traduisit par un mandat donné dans ce sens au Président du Conseil. Dans l'esprit de Spaak il était lui-même destiné à jouer ce rôle. Mais si le projet de «Spaakistan» n'aboutit pas, un embryon de structure politique permanente se mit en place à l'OECE.

[23] *Actes*, n°782 du 28 mars 1952. C'est moi qui souligne.

[24] La publication de ces Rapports annuels et rapports d'ensemble se poursuit aujourd'hui encore.

[25] *Actes*, n°976, 24 mars 1953. Sur l'AEP, voir OECE(1958), CAREW A. (1987), ainsi que *Notes et Etudes Documentaires*(1959), n°2604. L'AEP ne survécut pas à la transformation de l'OECE en OCDE en 1960.

[26] Statuts de l'Agence.

Les fonctions de l'AEP/OECE peuvent être appréhendées à travers le budget de l'Agence et, plus précisément, à travers ses dépenses opérationnelles : ainsi pour l'exercice financier 1954-1955 celles-ci se montèrent à 800 M de FF et comportaient 12 chapitres. Le chapitre «technologie et recherche appliquée dans l'industrie», avec 90 M FF, arrivait en quatrième position derrière les «problèmes du travail au sein des entreprises industrielles et commerciales» (120 M FF), la «conduite des entreprises industrielles et commerciales» (115 M FF), l'«organisation et gestion des entreprises agricoles» (95 M FF). La commercialisation et la distribution, éclatées en deux chapitres, l'un agricole, l'autre non, totalisaient toutefois 120 M FF. L'AEP/OECE concentrait donc plutôt ses efforts vers des problèmes très concrets et d'application immédiate, comme l'organisation et la gestion.

Elle joua un rôle non négligeable dans la diffusion du modèle américain de gestion, développa les missions de productivité aux Etats-Unis, aida l'essor des instituts de gestion, organisa des "Summer Schools", distribua des bourses d'études et mit en place des conférences de productivité ou d'information pour dirigeants d'entreprises. La première conférence pour dirigeants d'entreprises eut ainsi lieu du 14 au 19 septembre 1953 à l'Administrative Staff College de Henley on Thames, au Royaume-Uni, et portait «sur la formation des cadres dirigeants des entreprises». La première conférence de productivité se tint à Londres en octobre 1953.

Son rôle dans la diffusion des progrès techniques était plus modeste. L'AEP/OECE devait sensibiliser les élites industrielles européennes aux nouveautés techniques américaines et fut à cet égard l'un des deux canaux par lesquels les activités nucléaires pénétrèrent à l'OECE. Ainsi l'AEP/OECE organisa-t-elle une conférence pour dirigeants d'entreprises consacrées à l'énergie nucléaire, qui se tint à Paris en avril 1957 [27]. Mais à cette date des organes spécialisés se mettaient en place à l'OECE et prirent bientôt le relais[28].

L'autre canal par lequel l'énergie nucléaire fit son apparition dans l'Organisation fut le problème énergétique. La croissance économique qui suivit la reconstruction en Europe apparaissait en effet comme très vorace en énergie, alors que les ressources régionales ne s'accroissaient pas[29].

***L'entrée en scène de l'énergie nucléaire à l'OECE – Le rôle du rapport Armand (décembre 1953- mai 1955)***

Cette entrée en scène se fit en trois temps :

- les problèmes énergétiques rencontrés par une Europe qui amorçait les années de haute croissance amenèrent le Secrétaire général de l'OECE, Robert Marjolin, à se préoccuper de relancer la coopération dans ce domaine à la fin de 1953 ;
- l'énergie nucléaire civile, dont le développement était politiquement rendu possible par la mutation de l'attitude américaine de la fin 1953, apparut à la fin de l'été 1954 comme un des moyens de relancer la construction européenne après l'échec de la Communauté Européenne de Défense. Deux approches furent tentées ;

  La première, au sein de l'OECE et comportant donc le Royaume-Uni, qui était alors le pays européen le plus avancé en matière nucléaire, devait conduire à la création conjointe de l'AEEN et de la Société Eurochemic ;

  La seconde partait du noyau des pays de la CECA. Jean Monnet, Paul-Henri Spaak et Louis Armand jouèrent un rôle crucial dans cette utilisation du nucléaire comme instrument de la «relance», qui trouva finalement sa traduction diplomatique dans la Conférence de Messine de juin 1955. Elle devait déboucher sur la création conjointe de deux nouvelles «Communautés européennes», l'une centrée sur le développement de l'industrie nucléaire, l'autre sur l'établissement d'un marché commun en Europe[30] ;

  Les deux approches étaient au départ en concurrence, mais leur évolution fut en fait beaucoup plus complémentaire et parallèle au fur et à mesure de leur réalisation ;
- à la fin de 1954 Robert Marjolin demanda à Louis Armand[31] de préparer un rapport sur le problème européen de l'énergie. Le rapport Armand insistait particulièrement sur les possibilités nouvelles de coopération dans ce domaine, qui dépassait d'ailleurs la seule

---

[27] AEP/OECE (1957)

[28] La seconde Conférence organisée en juin 1957 à Amsterdam fut publiée par l'AEEN/OCDE et non plus par l'AEP.

[29] Sur l'évolution énergétique et ses relations avec les initiatives de coopération nucléaire au sein de l'Europe des Six, voir POLACH (1964), pp. 30 sq.

[30] Sur la relance de Messine et l'évolution des négociations aboutissant au Traité de Rome, cf. SERRA E. ed. (1989). L'ouvrage est la publication du colloque de Rome du 25 au 28 mars 1987. Sur Euratom, cf. pp. 513-545.

[31] Sur Louis Armand et son rôle dans le développement de l'énergie nucléaire en Europe, voir les deux biographies de TEISSIER DU CROS H. (1987), pp.225 sq. et ASSOCIATION DES AMIS DE LOUIS ARMAND (1986), pp. 97 sq.

OECE, et dont un des produits fut la Société Eurochemic, d'autres se nommant Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire (AEEN/OECE) ou Communauté Européenne de l'Energie Atomique (CEEA ou EURATOM).

*Le problème énergétique de l'Europe*

En 1953 la consommation d'énergie en Europe, dont la croissance s'était ralentie en 1951 pour stagner en 1952, se remit à croître plus vite que la production, entraînant un dérapage des importations (Figure 15). Cette dégradation qui apparaissait comme durable aux prévisionnistes de l'OECE amena, le 14 décembre 1953[32], le Secrétaire Général de l'OECE, Robert Marjolin, à soumettre «au Conseil un memorandum attirant l'attention des pays membres sur le problème du coût croissant de l'énergie en Europe, sur les dangers que cette tendance pouvait comporter pour l'évolution des pays membres ainsi que sur les méthodes qui lui semblaient pouvoir être employées pour résoudre ce problème, grâce en particulier à une coopération entre les pays membres»[33].

Le Conseil, ayant examiné le memorandum le 11 janvier 1954 et «reconnu l'existence d'un problème de l'énergie en Europe», chargea le Secrétaire Général de rechercher de plus amples renseignements et de faire des propositions concrètes. Ce choix fut officiellement fait en décembre 1954. Dans l'intervalle l'énergie nucléaire était passée au centre des préoccupations des partisans d'un nouvel essor de la coopération européenne.

*Le choix de l'énergie nucléaire comme instrument de la «relance» européenne*

Pendant l'année 1954 l'énergie nucléaire était devenue un objet privilégié pour les «Européens» autour de Jean Monnet. L'échec de la Communauté Européenne de Défense entraîné en août par le refus de ratification français conduisit à chercher de nouveaux objets pour la «relance» nécessaire. Celle-ci trouva son expression officielle en juin 1955 à Messine, mais fut préparée dans les cercles «monnettistes» dès l'été 1954[34].

*L'entrée de l'énergie nucléaire au Château de la Muette – Le rapport Armand*

Robert Marjolin choisit un consultant parmi les «personnalité(s) ayant accès aux milieux intéressés, gouvernementaux ou professionnels»[35]. Ce fut Louis Armand, alors président du Conseil d'Administration de la SNCF[36], engagé sur proposition française par l'Organisation le 21 décembre 1954, qui fit entrer le thème de l'énergie nucléaire au château de la Muette.

Le choix d'un dirigeant de la SNCF comme consultant sur les problèmes énergétiques n'est qu'en apparence paradoxal. D'abord parce que les chemins de fer sont gros consommateurs d'énergie, tant de charbon que d'électricité, ainsi que de machines[37], ensuite parce que Louis Armand, une des grandes figures des «modernisateurs» de l'économie française après 1945, avait été dès le début des années cinquante lié aux affaires nucléaires de la France. Raoul Dautry[38], qui avait été aux Chemins de fer de Paris-Orléans ce que Louis Armand avait été au Paris-Lyon-Méditerranée, était devenu le premier administrateur général du CEA jusqu'à sa mort en 1951. Félix Gaillard avait alors fort logiquement proposé à Louis Armand de lui succéder. Ce dernier refusa, car il préférait les chemins de fer, et ce fut Pierre Guillaumat qui succéda à Raoul Dautry.

---

32 Soit six jours après le discours Atoms for Peace.

33 OECE (1955), p.7.

34 Les sources sont peu prolixes et passablement contradictoires sur le choix du nucléaire comme objet de la relance, parallèlement au Marché Commun, ainsi que sur le rôle de Louis Armand dans ce choix. D'après BROMBERGER M. et S. (1968), chap.IX, c'est Armand qui en aurait eu l'idée peu après août 1954, mais l'ouvrage comprend de nombreuses erreurs de chronologie. MONNET J.(1976) , p.590, ne fait intervenir Armand qu'en 1955. Les archives accessibles de l'OECE sont muettes, de même que les deux biographies d'Armand. Jean Monnet aurait consulté Armand sur l'opportunité de relancer l'Europe par un pool des transports et de l'électricité. Ce dernier l'aurait alors orienté vers le nucléaire, en partant de l'idée d'une CED nucléaire. Monnet ne fait état du nucléaire qu'à l'occasion d'une conversation qu'il eut avec Paul-Henri Spaak «dans les Ardennes blanchies par l'hiver» en 1954-1955.

Très vite cependant apparut la nécessité, si l'on voulait aboutir, de séparer totalement les aspects civils et militaires, et la relance ne s'appuya que sur la dimension économique et civile de l'atome. Il faut toutefois remarquer que les aspects militaires de la coopération furent aussi explorés dans d'autres cercles.(Cf. 1er Part., chap. 3).

35 Rappelons que Robert Marjolin fut un proche collaborateur de Jean Monnet au Plan.

36 Il en avait été nommé Directeur général en mai 1949.

37 A la SNCF la modernisation portait à la fois sur le matériel roulant, avec l'appel à des importations de locomotives américaines, et sur les lignes, avec la conduite de l'électrification. Le 24 juin 1952 était inaugurée en grande pompe la ligne nouvellement électrifiée du Paris-Lyon. Cf. l'article de G. Ribeill, La SNCF au temps du Plan Marshall, GIRAULT R. et LEVY-LEBOYER M. dir. (1993), pp. 319-330.

38 Sur Raoul Dautry, voir la biographie tirée de la thèse de Rémi Baudouï. BAUDOUÏ R. (1992).

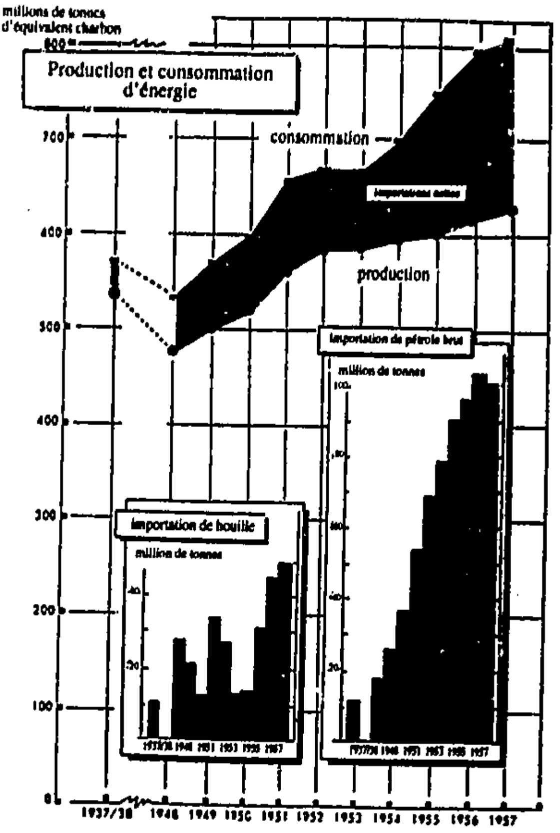



Figure 15. Le problème de l'énergie en Europe occidentale vu par l'OECE en 1958: la stagnation de la production et l'envolée de la consommation entraînent le recours croissant aux importations de charbon et surtout de pétrole. (Source : OECE (1958), p. 113.)

Louis Armand occupa cependant de hautes fonctions au sein du CEA. Il fut nommé membre du Conseil Scientifique le 21 décembre 1951 et devint l'année suivante président du Comité de l'Equipement industriel du CEA, qui avait été créé le 18 novembre 1952 [39]. Il suivait donc de près le développement des projets industriels du CEA, au premier rang desquels se trouvait en 1954 la construction du complexe nucléaire de Marcoule, avec ses trois piles plutonigènes et son usine de retraitement.

Une fois nommé consultant de l'OECE, Louis Armand travailla en association avec le Secrétariat et les Comités verticaux s'occupant des problèmes de l'énergie, dont il reprit certains projets ou études en cours[40]. Le Conseil prit connaissance de son rapport le 24 mai 1955.

Le «Rapport Armand», dont le titre complet est *Quelques aspects du problème européen de l'énergie*[41] reflète l'analyse dominante dans les milieux favorables à l'essor de la coopération européenne. Il a servi de référence pour l'action européenne tant pour l'OECE que pour Euratom. Il a renforcé l'autorité de spécialiste de son auteur, qui devint le premier bien qu'éphémère Président de la Commission de l'Euratom en 1958 [42].

L'analyse du rapport permet de préciser le cadre conceptuel dans lequel s'est développé le projet Eurochemic, comme partie d'un plan d'ensemble de développement d'une industrie nouvelle[43], considérée comme porteuse de l'avenir énergétique de l'Europe ainsi que de son avenir politique. Le rapport est en même temps très révélateur de l'optimisme et de l'enthousiasme techniques qui caractérisent les années 1954-1958 dans le domaine nucléaire.

---

[39] Il conserva cette fonction jusqu'à sa nomination à l'Euratom et la retrouva après sa démission de 1958.

[40] Ainsi sur le transport à longue distance du gaz.

[41] OECE (1955).

[42] Louis Armand n'exerça pratiquement pas ses fonctions. Il traversa une crise personnelle qui l'amena à donner sa démission. Il fut remplacé en 1959 par Etienne Hirsch à la présidence de l'Euratom.

[43] Dans l'esprit d'Armand ce plan d'ensemble dépasse le seul cadre de l'OECE. Mais au départ l'Organisation lui apparaissait comme incontournable en raison de la présence des Britanniques, dont l'avance était considérable alors dans le domaine nucléaire européen.

Le «rapport Armand» comprend trois parties thématiques encadrées par un court rappel de son origine et de son but et par une conclusion comprenant des propositions concrètes de coopération européenne dans le domaine de l'énergie. La structure même du texte met particulièrement en relief l'importance de l'énergie nucléaire. Si le premier chapitre examine les «*Aspects économiques de la situation énergétique*», le second, en position centrale, analyse «*Les faits nouveaux. L'énergie atomique*», le dernier chapitre s'intéresse aux «*Aspects actuels et avenir de certains problèmes concernant les sources traditionnelles d'énergie*».

Pour Louis Armand, il s'agit de «repenser les problèmes énergétiques en terme d'économie générale, afin que les progrès de la technique servent au mieux à l'amélioration de la situation de chacun dans une Europe encore plus unie» (p.52). Il s'agit aussi de dépasser l'approche traditionnelle, dont l'existence même des Comités verticaux de l'OECE est l'expression, c'est à dire une approche par type d'énergie[44]. Le rapport est très schumpétérien dans son analyse du progrès technique. Il constitue de plus un plaidoyer pour une politique énergétique volontariste et internationale.

Le thème du retard par rapport aux Etats-Unis est omniprésent dans le texte. La rédaction du rapport est contemporaine de la publication du «Livre blanc britannique»[45] sur le développement de l'énergie nucléaire, qui a fourni au document citations et estimations chiffrées.

Le premier chapitre débute par un constat historique: le domaine énergétique est au seuil d'une mutation, du «quantitatif et technique» au «qualitatif et économique», qui se traduit par l'apparition d'une concurrence entre les différents types d'énergie. Il entre ainsi dans une phase que l'industrie du transport a déjà connue et qui a été génératrice de désordres en l'absence de régulation, nationale ou internationale. Les «analogies de structure» et le «parallélisme dans l'évolution des problèmes»[46] entre les transports et l'énergie commandent de «dégager les idées directrices qui devront orienter l'évolution de la structure énergétique de l'Europe».

L'étude des bilans énergétiques et des prix qui suit ce constat met en avant l'augmentation des coûts de production et des prix, surtout quand on exprime ces derniers en comparaison avec le salaire horaire, où la différence avec les Etats-Unis est considérable. A la stratégie d'investissement de la phase de reconstruction, où prévalait l'impératif «toujours plus d'énergie», doit désormais s'ajouter, en phase de croissance, l'impératif «d'abord de l'énergie à bon marché»[47]. De la même façon il faut privilégier «l'énergie productivité» par rapport à «l'énergie commodité» et ce, aussi bien en matière d'investissements que de tarifs.

L'énergie nucléaire est à ces différents égards pour Armand la solution d'avenir pour une Europe qui a manqué le tournant du pétrole[48], ce qui constitue à ses yeux une des explications de son retard économique.

Le second chapitre débute ainsi par des considérations sur les «tournants de l'histoire énergétique», la succession des ères de la machine à vapeur, de l'électricité et du pétrole. Une ère nouvelle commence, celle de l'énergie nucléaire, dont les débuts sont comparables «avec justesse... à l'apparition du feu»[49]. «C'est lorsque se dessinent de telles évolutions, c'est à ces tournants de l'Histoire économique, qu'il est nécessaire de faire le point et d'arrêter une politique d'avenir»[50]. Après une présentation sommaire des principes de la fission, Armand souligne que le développement de cette technologie va «nécessiter un très gros effort de recherche technique dont la réussite conditionnera la plus ou moins rapide expansion de l'énergie nucléaire».

Les atouts de l'Europe apparaissent nombreux dans cette révolution énergétique: les ressources locales en uranium sont abondantes, le prix de l'énergie atomique, estimé à partir d'indications britanniques et américaines à une moyenne de 7 millidollars au kWh dans les deux ans[51], permet «dès à présent, de la considérer comme compétitive»[52]. Les investissements devraient se situer «très prochainement entre le thermique et l'hydraulique»[53]. L'énergie atomique libérera des contraintes de localisation sur le minerai, dans la mesure où

---

44 Comité du Pétrole, du Charbon, de l'Electricité.

45 Publié le 15 février 1954, le Livre blanc sur l'Electricité prévoit la construction de 12 centrales dans les dix ans, permettant de porter à 5% la couverture des besoins énergétiques britanniques par l'électricité nucléaire.

46 OECE (1955), p.16.

47 Ibid. p.35.

48 16% de l'énergie primaire totale consommée contre 38% aux Etats-Unis en 1953, p. 27.

49 Cette idée est courante chez les savants atomistes: S. WEART (1980), p. 71 cite Jean Perrin en 1920: «Auprès de cette découverte [i.e. la radioactivité], celle du feu serait peu de chose dans l'histoire de l'humanité»

50 OECE (1955), p. 35.

51 A l'intérieur d'une fourchette de 5 millidollars 1945 à 9 millidollars 1955. DEBEIR J.C., DELEAGE J.P., HEMERY D. (1986), p.267 signale une première estimation en 1947, de 3,5 à 8 cents le kWh, par Sam SCHURR.

52 OECE (1955), p.29.

53 250 $ au kWe, contre 180 $ pour le thermique et 270 $ pour l'hydraulique, p.32.

«les frais de transport des matières fissiles sont négligeables»[54]. Elle délivrera l'Europe de «la crainte de la pénurie d'énergie pour l'avenir» et de «l'idée que le prix de l'énergie en Europe est lié irrémédiablement au prix du charbon»[55]. Même si les chiffres sont des estimations, conclut Armand, le risque est à prendre. Le fait que les Etats-Unis se lancent dans le développement et que les Britanniques s'y engagent également «avec une confiance dans l'avenir que l'on peut admirer» le renforce dans sa conviction.

Le moment apparaît à Armand comme crucial pour mettre en place des structures de coopération internationale, dans la mesure où elle est «plus facile dans le neuf que dans l'ancien»[56]. Cette idée est alors très répandue autour de Jean Monnet, où l'on impute les difficultés de la CECA ou l'échec de la CED à la résistance des structures en place.

Si les échanges de connaissances scientifiques apparaissent à Louis Armand comme ressortissant plus des compétences de l'Organisation Européenne de la Recherche Nucléaire[57], de la Société Européenne de l'Energie atomique[58], ou la fourniture de matériau fissile de celle de l'AIEA, en gestation à l'époque, le rôle de l'OECE «étant de se tenir au courant de l'évolution de ces domaines»[59], Armand voit dans les «échanges de renseignements d'ordre technique, la réalisation et le financement en commun d'installations industrielles» le domaine privilégié d'action de l'OECE. Seule «l'association du potentiel industriel de tous les pays membres», jointe à la présence à l'OECE de «pays très avancés dans le domaine des réalisations nucléaires, comme la Grande-Bretagne» – et Armand rappelle que cette dernière est disposée à une large collaboration avec d'autres pays, comme elle l'affirme dans l'article 39 du Livre blanc – permettra à l'Europe «de disposer de réalisations industrielles comparables à celle des Etats-Unis»[60].

Plus concrètement l'auteur, dans ses conclusions, préconise que «les divers pays européens s'associent pour la fourniture de matières premières (matériaux fissiles ou métaux spéciaux) et mettent en commun leur potentiel technologique dans les nombreux domaines nécessaires à la nouvelle technique (élaboration et mise en forme de matériaux nouveaux, technologie des réacteurs et traitements chimiques correspondants)[61]. «L'Organisation pourrait jouer un rôle fondamental dans la coopération» technique et industrielle, sous des «formes très variées : accords gouvernementaux, formation de groupements d'industriels appartenant à des pays différents etc.». Un «Groupe d'étude pour l'énergie nucléaire industrielle» serait à «constituer sans tarder au sein de l'Organisation».

Le chapitre III examine les énergies traditionnelles, qui sont à l'OECE de la compétence des Comités verticaux, mais en insistant sur les points de coopération possible, et sur les énergies «transversales» : Armand propose des prospections pétrolières communes en Afrique, développe un plaidoyer en faveur du «gaz-productivité» en mettant en avant les réalisations américaines, mais aussi allemandes et belges, rappelle que le transport à longue distance de gaz tel qu'il est maîtrisé aux Etats-Unis permettrait de relier l'Europe à l'Irak ou à l'Arabie Saoudite. En ce qui concerne l'électricité, il propose de développer «l'énergie-productivité» en créant en aval de nouveaux sites des «zones industrielles européennes», appelées plus loin «zones industrielles à vocation internationale» après des études communes de sites pour équiper les lieux de production à bon marché (en Norvège, en Yougoslavie, en Autriche, mais aussi sur le Moyen-Congo). Pour le charbon, déjà de la compétence de la CECA pour six membres de l'Organisation, le problème des prix – deux fois plus chers au départ de la mine en Europe qu'aux Etats-Unis – rend inévitable la modernisation et une politique «d'écrémage» en acceptant certains abandons au profit du prix de revient. En conclusion, le rapport envisage une utilisation maximale du charbon et du gaz «tant que l'énergie atomique ne sera pas amenée à jouer un rôle de premier plan». Dans l'esprit d'Armand cette phase transitoire serait courte.

En ce qui concerne le rôle de l'OECE pour ces énergies traditionnelles, Armand proposait la création d'un Comité de l'Economie de l'Energie, transversal au sein de l'OECE, comportant une branche gaz. Celui-ci serait chargé d'explorer les diverses propositions, de préparer des études et de «promouvoir l'esprit de coopération».

Le Rapport Armand fut remis au Conseil de l'OECE le 24 mai 1955, quelques jours avant le début de la Conférence de Messine qui allait «relancer» la construction de l'Europe des Six. Son approche et ses conclusions, ainsi que le rôle d'Armand dans la construction européenne amorcèrent un développement, parallèle et concurrent à la fois, des initiatives de coopération nucléaire dans les deux cadres de ce qu'il est convenu

---

54 OECE (1955), p.32.
55 Ibid., p.34.
56 Ibid., p. 35.
57 i.e. le CERN.
58 Créée en 1954.
59 OECE (1955), p. 33.
60 Ibid., p. 34.
61 Ibid., p.51

d'appeler la petite et la grande Europe[62]. La création d'Eurochemic est liée à l'évolution des différents projets nucléaires qui agitent l'Europe de 1955 à 1957, et en particulier, suivant les expressions de Louis Armand, aux «deux sauces», «Luxembourg» et «Muette»[63], préparées à Bruxelles et Paris, d'où sortiront d'une part la Communauté Européenne pour l'Energie Atomique (CEEA ou Euratom) et d'autre part l'Agence européenne pour l'Energie nucléaire (AEEN).

**Le retraitement à la «sauce Muette» (juin 1955-octobre 1956)**

Le 10 juin 1955 [64] le Conseil des Ministres de l'OECE, reprenant les conclusions du rapport Armand, créa un Groupe de travail (n°10) de trois personnes, «chargé d'examiner l'étendue, la forme et les méthodes que [la] coopération [en matière nucléaire au sein de l'Organisation] pourrait prendre et de faire rapport au Conseil dès que possible à ce sujet». Il institua le même jour une Commission de l'Energie destinée à étudier les autres propositions de coopération dans les domaines non-nucléaires contenues dans le Rapport Armand. Les deux instances remirent leur rapport, le premier en décembre 1955, l'autre en avril 1956. Le rapport Nicolaïdis et le rapport Hartley précisèrent les cadres de la coopération à mener par l'OECE dans le domaine de l'énergie et constituèrent une étape nouvelle vers la formulation du projet d'usine de retraitement.

***Le Groupe de travail n°10 et le «rapport Nicolaïdis» (juin-décembre 1955)***

*Le Groupe de travail*

Le Groupe de travail n°10 était présidé par Léandre Nicolaïdis, chef de la délégation grecque au Conseil, assisté de Roger Ockrent, le délégué permanent belge et de W. Harpham, chef-adjoint de la délégation britannique. Il visita 12 pays membres du 26 juillet au 10 novembre, eut des contacts lors de la Première Conférence de Genève avec les membres des délégations des Etats-Unis et du Canada, et remit son rapport, intitulé «*Possibilités d'actions dans le domaine de l'Energie nucléaire*», au Conseil le 15 décembre 1955. Le «Rapport Nicolaïdis» fut publié en janvier 1956.

*La recette de la «sauce Muette» et la «clause suisse»*

Le rapport Nicolaïdis recommandait à l'OECE d'explorer un ensemble d'actions de coopération, qui se différencient assez nettement d'autres formes contemporaines de coopération internationale. Le «style» de coopération à l'OCDE peut être appelé «sauce Muette», allusion au nom du château qui abrite le siège parisien de l'Organisation.

La «sauce Muette» est ainsi caractérisée par sa souplesse et par la possibilité de création de projets, programmes ou organismes spécialisés limités à la participation des Etats intéressés, dans le cadre d'«Accords restreints» rendus possibles par l'article 14 de la Convention de l'OECE, appelé la «clause suisse»[65]:

«Décisions. A moins que l'Organisation n'en décide autrement pour des cas spéciaux, les décisions sont prises par accord mutuel de tous les Membres. Dès lors qu'un Membre déclare ne pas être intéressé à une question, son abstention ne fait pas obstacle aux décisions, qui sont obligatoires pour les autres membres».

Grâce à la «clause suisse», l'OECE put développer des projets «à géométrie variable», n'impliquant pas en même temps tous les Etats membres, dans le cadre d'«Accords restreints»[66].

Le §56 du rapport Nicolaïdis est très significatif de cette approche en ce qui concerne le domaine nucléaire, qui diffère fondamentalement de celle qui devait prévaloir pour Euratom[67]: elle refusait la supranationalité et lui préférait des arrangements souples, sur des projets précis: «Nous ne pensons pas que des activités telles que la gestion d'usines ou de laboratoires, la définition du régime des échanges commerciaux, l'harmonisation des législations de santé publique, le contrôle de l'usage des matières fissiles puissent être

---

62 Sur la naissance de la CEEA, voir WEILEMANN P. (1983).

63 L'OECE était installée au château de la Muette à Paris. Jean Monnet, qui était à l'origine de la relance de Messine, avait été Président de la Haute Autorité de la CECA, siégeant à Luxembourg.

64 *Actes*, XV,1371 du 10 juin 1955

65 L'origine de cet article est liée aux exigences de la Suisse, désireuse d'adhérer au Plan Marshall, mais soucieuse de ne pas entraver sa neutralité. C'est pourquoi on lui donne le nom de «clause suisse». Sur ce point, voir l'article de A. Fleury, Le Plan Marshall et l'économie suisse, GIRAULT R. et LEVY-LEBOYER M. dir. (1993), p. 555, qui renvoie à celui de G. Bauer, L'adhésion de la Suisse à l'OECE : ses conditions principales, *Relations Internationales*, n°30, été 1982, p. 215.

66 Ils préfigurent en quelque sorte les «accords à la carte» des années soixante, cf. 5e Partie, chap. 2.

67 Sur la logique de l'intégration nucléaire d'Euratom dans une perspective juridique voir PIROTTE O., GIRERD P., MARSAL P., MORSON S. (1988), pp. 44-87.

assurés par une seule institution- pas plus que la production d'automobiles, la construction d'autostrades et la police de la route ne relèvent, dans un pays, du même organisme».

Cette approche pragmatique est typique pour l'OECE et diffère profondément de l'approche «monnettiste». George Ball, sous-secrétaire du Département d'Etat à Washington, brossa ainsi deux portraits de Jean Monnet et de Robert Marjolin, qui peuvent s'appliquer aux deux institutions[68]:

«Monnet et Marjolin attaquaient les problèmes de l'Europe sous des angles différents:d'une façon constante, Monnet se fixait des objectifs dont il pouvait s'approcher mais qu'il ne pourrait jamais atteindre ; Marjolin, dont la tâche était de traduire des concepts généraux en institutions qui puissent fonctionner, était nécessairement conscient des limites du possible et de la nécessité de faire des compromis».

L'esprit de la Muette était bien entendu totalement partagé par les responsables de la politique nucléaire de l'Organisation. Pierre Huet, dans le bilan qu'il tira de l'action de l'Organisation à l'occasion des deux premières Conférences d'information sur l'Energie Nucléaire pour dirigeants d'entreprises, organisées par l'OECE à Paris en avril 1957 et à Amsterdam en juin 1957, la précisa en ces termes[69]: «L'Organisation n'a pas visé à mettre sur pied un plan complet d'action commune, mais elle a essayé d'élaborer des projets répondant aux besoins immédiats des pays européens et par conséquent susceptibles de présenter pour eux un intérêt suffisant pour qu'ils se décident à y contribuer[70] [...] Cette méthode empirique apparaît clairement lorsqu'on examine comment le programme de l'Organisation a été progressivement mis au point, par une méthode que l'on pourrait dire «d'approximations successives»».

L'OECE se considère donc plutôt comme un prestataire de services, un lieu de proposition de projets, non de dépense d'une enveloppe globale, à la différence de ce qui se passa pour Euratom. Ce fut ainsi, par touches de plus en plus précises, à partir d'une multiplicité de projets envisageables, qu'apparut peu à peu le projet de l'usine de retraitement.

*Les propositions du rapport*

Les grands types d'institutions

Les trois auteurs du rapport Nicolaïdis envisageaient trois types d'institutions[71] pour favoriser la coopération nucléaire dans le cadre de l'OECE:

- un Comité directeur de l'énergie nucléaire dépendant du Conseil de l'OECE, assurant «la confrontation des programmes nationaux, la promotion d'entreprises communes, l'harmonisation des législations, la promotion de l'enseignement, la promotion de la normalisation, l'étude des propositions à faire en matière d'échanges internationaux». Ces diverses fonctions devaient être assurées par des organes subordonnés au Comité;
- un Bureau de contrôle chargé du contrôle de sécurité des matières fissiles;
- des «sociétés», des «entreprises communes «créées au fur et à mesure des besoins et qui seront indépendantes de l'Organisation», assurant «les réalisations communes concernant la production et la recherche appliquée», ayant «leur propre gestion sans aucun lien de subordination avec le Comité Directeur».

La première série d'entreprises communes envisagée comportait une usine de séparation isotopique, *une ou plusieurs usines de séparation chimique des combustibles irradiés*[72], des entreprises communes pour la production d'eau lourde, un centre commun de façonnage des éléments de combustibles, des centrales nucléaires communes, des laboratoires semi-industriels, comme des centres d'essais et de recherche fondamentale en métallurgie, des réacteurs destinés à l'étude des matériaux, des réacteurs prototypes.

Ces entreprises communes pourraient bénéficier d'un statut d'exterritorialité aménagé, à l'exemple des dispositions de la Convention franco-suisse du 4 juillet 1949 portant sur la construction de l'aéroport de Bâle-Mulhouse.

---

[68] Cité par MARJOLIN R. (1986).

[69] AEP/OECE(1957), p.288.

[70] Pierre Huet devait ajouter peu après à la Conférence d'Amsterdam, AEEN/OECE(1957), p. 23, que cette méthode résultait «des circonstances plutôt que d'un choix délibéré».

[71] §57.

[72] Ibidem. C'est moi qui souligne.

La première esquisse d'une entreprise commune de retraitement

Le Rapport prévoit différents projets, parmi lesquels celui d'une usine de retraitement. Le §57 est le premier document de l'Organisation qui envisage la construction d'une usine de retraitement des combustibles irradiés dans le cadre de la création d'«entreprises communes». L'annexe V du rapport est consacrée à la «Description sommaire d'une installation de traitement chimique de l'uranium irradié». Elle évalue le coût d'une installation de 500 t/an de capacité à 40 M$, «à condition que l'usine soit installée pas trop loin d'une région raisonnablement industrialisée». Le type d'usine envisagé en décembre 1955 est celui d'une usine automatique sans accès direct aux cellules[73], suivant ainsi le modèle des grandes usines militaires américaines.

## *La Commission de l'Energie et le Rapport Hartley (septembre 1955-mai 1956)*

Les huit membres de la Commission de l'Energie créée le 10 juin 1955, «choisis à titre personnel en raison de la connaissance qu'ils ont des problèmes généraux de l'énergie et de l'autorité qu'ils ont acquise au sein de l'Organisation ou dans leurs pays respectifs», furent nommés le 23 août 1955[74]. La Commission se réunit de septembre 1955 à avril 1956. Elle fut amenée à intégrer dans ses études les questions relatives aux besoins et à l'approvisionnement en énergie nucléaire le 6 décembre 1955, quelques jours donc avant la remise du rapport Nicolaïdis. Le «Rapport Hartley», intitulé «*L'Europe face à ses besoins croissants en énergie*» fut publié en mai 1956.

Le rapport Armand avait restreint le domaine privilégié d'action de l'OECE au domaine technique. Le rapport Nicolaïdis avait élargi le spectre. Celui de Hartley opérait un recentrage. Il relativisait le rôle de l'énergie nucléaire dans l'avenir proche et soulignait que l'action de coopération énergétique au sein de l'OECE devait se focaliser sur les formes traditionnelles d'énergie. En conséquence la politique de coopération nucléaire devait être réorientée vers la recherche appliquée et l'exploration technique.

Ce recentrage renforçait le projet d'usine de retraitement.

L'argumentation du rapport était la suivante. Certes «l'apparition des combustibles nucléaires a fortement accru le capital constitué par les réserves d'énergie» (§36) ; certes l'énergie nucléaire libère des contraintes de localisations propres aux énergies classiques du fait de son faible coût de transport. Mais les experts de la Commission estiment qu'«il est peu probable que l'énergie nucléaire fournisse en 1975 plus de 8% de la demande totale d'énergie de l'Europe occidentale» (§39).

Plus encore le rapport dénonçait les effets pervers de «l'enthousiasme populaire soulevé par cette nouvelle forme d'énergie et la publicité excessive donnée à des progrès relativement peu importants accomplis dans ce nouveau domaine» (§37). Ainsi avait-on sous-estimé le rôle des ressources classiques. De plus «l'optimisme excessif de certaines déclarations concernant l'énergie nucléaire fait croire à beaucoup de gens que le charbon est un combustible périmé et sans grand intérêt» (§40), ce qui a des «conséquences désastreuses sur le recrutement du personnel, l'investissement et les progrès scientifiques de l'industrie charbonnière».

En conclusion de la courte partie qu'il consacrait à l'énergie nucléaire, le rapport cantonnait la coopération nucléaire dans le domaine de l'avant-garde des progrès scientifiques et techniques, lui déniant toute importance dans «l'économie énergétique du proche avenir». La conclusion du rapport (§141/viii ) précisait qu'«il n'est pas douteux qu'après 1975 l'énergie nucléaire remplacera de plus en plus le charbon dans les centrales thermiques», mais qu'on aurait besoin de ce charbon pour d'autres usages. Le domaine du nucléaire devait faire l'objet d'un «effort technologique immédiat et considérable».

La critique à peine voilée des prévisions nucléaires du rapport Armand était renforcée par les estimations données du coût des nouvelles centrales. Celui des centrales thermiques était abaissé à 145$ par kWe, celui de l'hydraulique augmentait et passait à 315 $. La fourchette du coût du kWe nucléaire variait entre 250 et 450 $[75].

S'il est difficile de mesurer l'impact du rapport Hartley sur les travaux du Comité Spécial pour les questions d'énergie nucléaire qui avait été créé dans l'intervalle comme le préconisait le rapport Nicolaïdis, assurément ses choix allaient dans le même sens[76]. En proposant la coopération dans le retraitement et dans l'exploration des nouvelles filières, le Comité marquait sa volonté de travailler dans le long terme.

---

[73] §29.

[74] *Actes*, XV, 1370 du 10 juin 1955, 1383 du 29 juin 1955. Présidée par Sir Harold Hartley, elle se composait en outre de Jacques Desrousseaux, Henning Daniel Fransén, Francesco Giordani, Henri Niez, Gustaaf Adolf Tuyl Schuitemaker, Pierre Uri et Friedrich Wilhelm Ziervogel.

[75] Cf. Appendice 7 du rapport.

[76] Cet impact a par exemple été nul sur Pierre Huet, mais a modifié la perception au Conseil de l'OECE.

*Le Comité spécial du Conseil pour les questions d'énergie nucléaire, le Secrétariat du Comité et le Groupe de travail n°1 sur les entreprises communes (février-juin 1956)*

Le 29 février 1956 [77] le Conseil de l'OECE créait le Comité spécial du Conseil pour les questions d'énergie nucléaire, chargé dans les trois mois de lui faire une série de propositions. Etaient désignés, comme objectifs primordiaux de la coopération des pays membres, «l'institution d'un contrôle de sécurité, la création d'entreprises communes ainsi que les mesures conservatoires à prendre dans le domaine des échanges intra-européens concernant les matières et équipements nucléaires». Le Comité devait également préparer la création d'un comité directeur de l'énergie nucléaire (le futur CDEN) et proposer des moyens pour conjuguer l'action des organisations existantes.

Le président du Comité était Léandre Nicolaïdis. Le Secrétariat du Comité fut assuré par Pierre Huet[78]. Ce dernier recruta autour de lui un petit groupe de collaborateurs, qui constitua en 1956 et 1957, sous son autorité, un lieu d'impulsion pour les initiatives nucléaires de l'OECE et fut le noyau de la future AEEN. Cette petite équipe se composait d'ingénieurs et de scientifiques. Roland Perret était un ingénieur suisse de sensibilité plutôt physicienne et très imaginatif. Il venait de la Direction de l'industrie de l'OECE. Lew Kowarski , ancien collaborateur de Frédéric Joliot, de Hans Halban et Bertrand Goldschmidt, considéré comme le père de ZOE, la première pile française, était le conseiller scientifique du groupe et s'intéressait surtout aux perspectives de développement des réacteurs, notamment ceux à eau lourde. Il y avait aussi un ingénieur chimiste norvégien, Einar Saeland, qui avait travaillé au centre norvégo-hollandais de Kjeller (JENER)[79]. L'équipe comportait également des juristes, comme l'avocat britannique Jerry Weinstein, l'Allemand Karlfritz Wolff, et le jeune juriste français Pierre Strohl[80].

Pour l'assister dans sa tâche le Comité avait la possibilité de créer des «organes subordonnés». Il institua donc, sur la proposition du Secrétariat, quatre Groupes de travail, respectivement sur les entreprises communes (n°1)[81], sur le contrôle de sécurité (n°2)[82], sur l'harmonisation des législations (n°3)[83] et sur la coopération en matière d'enseignement (n°4)[84]. Parallèlement un Groupe de travail dépendant du Comité de l'électricité s'intéressait à la coopération dans le domaine des centrales électriques nucléaires (Groupe de travail n°2 du Comité de l'Electricité)[85].

---

[77] *Actes*, XVI, 1956,119.

[78] Pierre Huet, né en 1920, Conseiller d'Etat français, avait participé à la création de l'OECE dès 1947 aux côtés de Robert Marjolin comme Secrétaire général adjoint du CCEE chargé de rédiger le rapport de présentation du plan européen au gouvernement américain. A la naissance de l'Organisation, il devint un proche collaborateur du Secrétaire Général, Robert Marjolin et, détaché comme fonctionnaire de l'Organisation, fut Secrétaire du Conseil puis Conseiller juridique. Il fut chargé à partir de janvier 1956 d'examiner les problèmes juridiques impliqués par les propositions de coopération nucléaire du Rapport Nicolaïdis. Pierre Huet devint le premier Directeur Général de l'Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire et joua un rôle très important dans le processus de création d'Eurochemic, dont il est considéré comme un des «pères fondateurs», cf. ETR 318 (1984). Après son départ de l'AEEN, il resta consultant de l'Organisation et suivit de près l'évolution de l'entreprise, tout en poursuivant sa carrière au Conseil d'Etat dont il devait devenir Secrétaire général de 1966 à 1970. Pierre Huet fut également Président de l'Association technique de l'Energie nucléaire (ATEN) de 1965 à 1975.

[79] Il devint Directeur général adjoint de l'AEEN et succéda à Pierre Huet comme Directeur général en 1964.

[80] Pierre Strohl avait alors trente ans. Entré en 1948 comme huissier à l'OECE pour financer ses études de Droit, il était assistant à la section des documents du service des Conférences de l'OECE en 1956 et Président du Comité du personnel. Pierre Huet, qui l'avait eu comme interlocuteur dans cette dernière fonction, l'intégra dans son équipe en 1956. Il suivit de très près l'évolution de la Société, comme Secrétaire du Conseil d'administration, puis comme membre du Conseil des liquidateurs. Détaché à Eurochemic de 1959 à 1964 comme Secrétaire général de la Société, il revint ensuite à l'AEEN où il fit toute sa carrière, occupant pendant ses dix dernières années de vie active le poste de Directeur général adjoint.

[81] Le Président en était R. Sontheim, Directeur de Reaktor AG Zürich, et le vice-Président B. Aler, "Research Officer" au Research Institute for National Defense suédois.

[82] Il était présidé par Bertrand Goldschmidt, du CEA français.

[83] Présidé par Mlle I. M. Collaço, membre de la délégation permanente portugaise.

[84] Présidé par R. Major, du Royal Norvegian Council for Science and Industrial Research.

[85] Le rapport du groupe fut remis en mai 1956 au Comité de l'électricité. Dans ses conclusions le Comité souligne l'extrême hétérogénéité des positions des différents pays et suggère que le statut d'entreprise commune pourrait être utile pour des centrales situées à proximité des frontières et pouvant desservir deux ou plusieurs pays limitrophes. Cf. EL(56)5 et 6, 26 et 30 mai 1956. Il est ici utile de rappeler que les deux seules entreprises communes véritablement internationales créées dans le cadre d'Euratom jusqu'à celle de JET en 1978 furent en 1961 la centrale nucléaire franco-belge de Chooz (SENA: Société d'Energie Nucléaire des Ardennes) et en 1974 la centrale belgo-française de Tihange (SEMO: Société d'Energie Nucléaire Mosane).

Le Groupe de travail n°1 comportait trente-deux membres appartenant à dix-neuf pays, certains d'entre eux faisant déjà partie du Comité Spécial. Il était chargé de mener à bien les premières études sur la réalisations des entreprises communes. Le groupe était constitué de membres des délégations nationales auprès de l'OECE, de représentants des institutions de recherche, nucléaires ou non, et d'envoyés d'entreprises privées. Les Britanniques avaient délégué un sous-secrétaire de l'Atomic Energy Office, Michael I. Michaels. Du côté italien le professeur Felice Ippolito, Secrétaire général du CNEN, accompagnait le représentant de l'Italie à l'OECE, Achille Albonetti. La délégation suisse comprenait des experts venus de trois entreprises, «Elektrowatt S.A.» et «Reaktor S.A.» de Zürich et Charles Gränacher, Directeur de département dans la firme chimique bâloise CIBA. Bertrand Goldschmidt, Directeur des relations extérieures et de la Chimie au CEA, y représentait la France, J.D. Babbitt, du Canadian National Research Council, le Canada, Howard A. Robinson[86] les Etats-Unis. Quatre domaines de coopération étaient retenus : une usine de séparation des isotopes de l'uranium, une usine de séparation chimique des combustibles irradiés, une usine de production d'eau lourde et enfin des réacteurs prototypes et d'essai. Le groupe avait pour mandat de «préparer une note sommaire sur les problèmes techniques qui se posent pour chaque entreprise et les moyens financiers à prévoir». En ce qui concerne les trois types d'usine était défini le cahier des charges suivant :

- exposé des procédés utilisables et les réalisations de chaque pays ;
- problèmes techniques restant à résoudre ;
- délais d'étude et de réalisation à prévoir ;
- problèmes qui pourraient se poser en ce qui concerne les matières premières, les équipements, l'énergie et le personnel nécessaires ;
- dimensions à envisager d'un point de vue économique ;
- coût de construction des installations ;
- prix de revient des produits.

Le Groupe de travail n°1 siégea pour la première fois les 10 et 11 avril 1956 et remit son rapport au Comité spécial le 25 mai[87]. C'est l'expert britannique[88] qui rédigea, avec l'aide du CEA, une note préliminaire sur l'usine de retraitement à partir de laquelle le Groupe fit les premiers choix.

Le rapport fut adopté comme document du Comité spécial le 8 juin 1956 [89]. Il débute par une estimation des besoins à l'horizon 1970. Pour ce qui concerne le projet d'usine de séparation chimique, après une enquête auprès des pays membres, le Groupe de travail conclut «qu'il n'était pas possible de faire des prévisions véritables dans ce domaine», dans la mesure où les quantités à retraiter dépendent de nombreux facteurs pour l'instant trop flous : type, puissance et régime de fonctionnement des réacteurs, nombre et dimensions des usines nationales de traitement chimique. La France, elle, «prévoit qu'elle couvrira ses propres besoins en traitement de combustibles irradiés de faible enrichissement jusqu'en 1970 au moins», mais qu'elle «pourrait envisager de faire traiter tout son uranium hautement enrichi dans cette usine commune». Malgré l'incertitude, le Groupe de travail proposa une estimation de 3500 t/an, essentiellement de l'uranium naturel ou légèrement enrichi.

L'analyse comparative des différents projets d'usine développés successivement par le groupe de travail montre que l'usine de traitement est l'entreprise commune dont la réalisation à court terme dans le cadre de l'OECE apparaissait comme la plus aisée (Tableau 3).

En ce qui concerne les procédés, l'usine de retraitement était la seule pour laquelle le groupe était à même de faire immédiatement un choix. Pour ce qui était de l'usine de séparation isotopique, le choix entre le procédé industriel d'enrichissement par diffusion gazeuse, soutenu par la France, et le tout récent procédé allemand expérimenté en laboratoire[90], était présenté comme dépendant des conditions d'approvisionnement américain. Il révélait en fait les profondes dissensions existant entre les deux pays sur le projet. Pour l'usine d'eau lourde, le rapport énumérait les multiples procédés utilisés ou envisagés dans les différentes industries, sans choisir ; le rapporteur norvégien s'était heurté dans son enquête aux problèmes du secret industriel dans un domaine alors considéré comme très prometteur.

---

[86] NE/WP.1(56)2.

[87] OECE (1956c).

[88] La Grande-Bretagne avait dès le départ déclaré qu'elle participerait au Groupe de travail, mais pas à l'usine.

[89] NE(56)12 du 8 juin 1956 (annexes du 12 juin).

[90] Sur le procédé de séparation par tuyère «Trenndüse» développé à l'Institut de Physique de l'Université de Marburg sous la direction de Erwin Becker, cf. MÜLLER W.D. (1990), pp. 505-506.

Tableau 3. **Grille des principaux arguments avancés par le groupe de travail n°1**

| Type de projet | Procédé | Coût d'investissement (millions de $) | Problèmes particuliers |
|---|---|---|---|
| Usine de séparation isotopique | 2 procédés concurrents | 65 à 70 | Technique, matériel, et de rentabilité |
| Usine d'eau lourde | Nombreux mais secrets | 50 à 60 | Manque d'information |
| Usine de retraitement | 1 seul type de solvant | 35,5 à 45 | Pas de problème |
| Réacteur de recherche | Variés : haute température, surgénérateurs, réacteur naval, réacteur à eau légère bouillante | 7 à 14 | Pas de problème |

L'usine de retraitement apparaissait d'autre part comme l'usine la moins coûteuse : 35,5 M$ – plus 25% au maximum, soit 44,37 M$ – pour une usine d'une capacité de 500 t/an, par rapport à l'usine d'eau lourde. Plus onéreuse encore semblait l'usine de séparation isotopique avec 65 à 70 M$ – 50 M$ pour une usine traitant 500 t d'uranium naturel par an et produisant 1 à 1,5 t d'U235 supplémentaire, 10 à 15 M$ pour la centrale électrique, et 5 M$ pour l'unité de production d'hexafluorure.

L'activité du retraitement était présentée comme celle qui poserait le moins de problèmes matériels ou humains reconnus, ce qui n'était pas le cas pour la production d'eau lourde. Le manque de main-d'œuvre évoqué comme la seule difficulté pour le retraitement était alors considéré comme soluble par une politique de formation adéquate. L'usine de séparation isotopique posait, outre les problèmes de main d'œuvre communs à toute entreprise nucléaire, deux questions importantes : la première concernait les membranes de diffusion, dont la mise au point et l'installation étaient délicates, du fait des phénomènes de corrosion au fluor, et qui étaient susceptibles de créer un effet d'éviction sur les disponibilités européennes en nickel, dont elles étaient alors composées. Le seconde portait sur le risque d'apparition d'un goulet d'étranglement dans la fourniture de compresseurs, nécessaires en très grandes quantités.

Surtout la rentabilité de l'usine isotopique semblait obérée par les offres américaines. Le rapport définissait une fourchette allant de 34 à 38$ pour le prix du gramme supplémentaire d'uranium 235 produit dans l'usine européenne. Or, à la date de parution du rapport en juin 1956, les Etats-Unis vendaient 25$ le gramme supplémentaire d'uranium 235 dans un combustible enrichi à 20%, et depuis le 26 février pratiquement toute limitation de quantité avait été levée par les Etats-Unis[91].

En ce qui concernait l'eau lourde, le rapport de l'expert français laissait entendre qu'il fallait attendre, dans la mesure où «il doit y avoir d'ici 18 mois une abondante moisson de résultats et de données d'expérience en Europe sur les principaux procédés de préparation d'eau lourde».

L'étude des réacteurs de recherche portait sur des investissements beaucoup plus faibles, de 7 à 14 M$, auxquels s'ajoutaient 2 à 5 M$ de frais d'exploitation. Dans ce domaine le texte proposait soit la création d'un centre commun de recherche, soit une coordination des recherches nationales. Le rapport de l'expert néerlandais examinait quatre voies possibles pour la coopération, la dernière étant nettement plus onéreuse : un réacteur à haute température, un réacteur de propulsion, un réacteur à eau bouillante et un surgénérateur.

Une note rédigée par l'expert norvégien[92] «sur la suite immédiate qui pourrait être donnée à nos travaux» tira les conséquences du rapport dès le 9 juin 1956. En ce qui concerne les usines, la note mettait en avant la seule faisabilité immédiate de l'usine de retraitement.

«Toute décision quant à l'usine de séparation des isotopes dépend des conditions auxquelles les Etats-Unis vendront l'U235 qu'ils offrent d'exporter».

«En ce qui concerne l'eau lourde [...] à l'heure actuelle la demande est satisfaite par les exportations américaines et l'industrie privée européenne travaille avec acharnement à mettre au point des méthodes de

---

[91] Sur la politique américaine des prix du combustible enrichi, voir la troisième partie de la 1[er] Partie, chap. 3.
[92] NE/WP1(56)11.

production susceptibles de concurrencer les prix américains». Il n'était donc pas nécessaire d'entreprendre un effort collectif dans ce domaine, tant que les avantages d'une mise en commun n'apparaissaient pas.

L'expert se prononçait en revanche pour le développement «le plus tôt possible» du projet d'usine de séparation chimique. Les avantages attendus étaient d'ordre économique et technique mêlés : les études et «peut-être même la construction d'une usine» permettent l'apprentissage et des économies en évitant les doubles-emplois. «C'est seulement lorsque nous connaîtrons le coût du traitement que nous serons à même de déterminer le prix de revient de l'énergie nucléaire en Europe».

En juin 1956 les grands traits de l'usine proposée pour la première fois en décembre 1955 se précisaient donc.

Le choix était fait d'un procédé d'extraction par solvants organiques «effectivement utilisé» et ne devant «pas soulever de difficultés particulières».

L'usine était destinée à traiter de l'uranium naturel ou faiblement enrichi, mais sans exclure le traitement du combustible hautement enrichi, «dont l'étude n'avait pu être poursuivie faute de temps».

Elle serait d'une capacité de 500 t/an d'uranium naturel ou faiblement enrichi dans la mesure où la fourchette de rentabilité est estimée à 250 à 500 t/an. La diversité des combustibles à traiter ferait de 500 t la limite supérieure de capacité et obérerait la rentabilité.

Le Groupe de travail n°1 soulignait que les problèmes matériels étaient peu importants, la production du solvant étant à la portée d'une industrie chimique moderne, que les biens d'équipement étaient disponibles ou pourraient être mis au point, que les besoins en énergie étaient peu importants. Le problème serait celui du recrutement des chimistes, ingénieurs chimistes et physiciens.

La durée nécessaire pour les études et la construction de l'usine était estimée à 4 ans (2 fois 2 ans), et le délai des études pourrait être «considérablement réduit si le concours des pays possédant une expérience pratique dans ce domaine pouvait être obtenu». La main était donc tendue tant aux Français qu'aux Britanniques.

Le coût des études et de la construction d'une usine de retraitement du combustible naturel ou légèrement enrichi était estimé à 35,5 M $, mais pourrait être réduit avec l'aide technique de pays ayant déjà une expérience en ce domaine. Il faudrait compter un surcoût inférieur à 25% pour une installation polyvalente. Le prix du traitement serait de 14 $ le kilogramme d'uranium.

### *La création du Comité de Direction de l'Energie Nucléaire (CDEN) et des Syndicats d'études (juillet-octobre 1956)*

Le Conseil reprit les conclusions du Comité dans sa décision du 19 juillet 1956[93] et fixa le cadre de l'action de l'organisation dans le domaine nucléaire. Cette action comportait deux volets, articulés autour de deux types d'institutions différentes : les premières comprenaient le Comité de direction de l'énergie nucléaire (CDEN) et les Groupes d'études, qui dépendaient directement de l'OECE. Les seconds étaient formés par les Syndicats d'études qui travaillaient au sein de l'Organisation, mais de manière plus autonome. La participation de tous les membres de l'OECE n'était en effet pas obligatoire, en application de l'article 14 de la Convention.

Le Comité spécial fut transformé en Comité de direction de l'énergie nucléaire. La Présidence en demeura confiée à Léandre Nicolaïdis, et les vice-présidents furent Pierre Guillaumat, alors Administrateur général du CEA, et Friston C. How, Secrétaire de l'UKAEA. Pierre Huet assurait, avec son équipe, le Secrétariat du CDEN.

Le Comité fut chargé de préparer l'établissement d'un contrôle de sécurité et le statut de la future Agence européenne pour l'énergie nucléaire. En collaboration avec le Comité de direction des échanges, il devait travailler à libérer «aussi complètement que possible les échanges intra-européens de produits présentant un intérêt particulier pour la production et les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire». Il aurait également à préparer diverses mesures d'harmonisation des règles applicables en Europe à la nouvelle industrie nucléaire.

La faisabilité des entreprises communes devait être étudiée au sein de l'OECE par deux groupes d'études : le premier avait pour objet les réacteurs prototypes, d'essai ou d'études, l'autre les «centrales nucléaires électriques». CDEN et groupes d'études avaient comme tâche de présenter leur rapport dans les six mois.

Si l'annexe à la décision du Conseil du 18 juillet faisait état de trois Syndicats d'études reprenant les trois projets d'usine examinés par le Groupe de travail n°1, le projet eau lourde, à la réalisation duquel Lew Kowarski, conseiller scientifique du CDEN, était pourtant très attaché, n'était en fait qu'une coque vide, et les

[93] *Actes*, XVI,1956, n°208.

deux autres avaient deux centres de gravité différents : Euratom pour le projet d'usine de séparation isotopique, l'OECE pour le projet de l'usine de retraitement.

Le Danemark, la Suède et la Suisse se déclarèrent intéressés à la participation aux travaux du Syndicat d'études pour le projet de séparation isotopique qui venait juste d'être créé par les Six à l'issue des travaux du groupe d'experts, créé en février 1956 et dirigé par Bertrand Goldschmidt. Ce syndicat poursuivit ses études jusqu'en mai 1957, c'est à dire après la signature du Traité de Rome créant la CEEA, mais sans arriver à conclure. Les raisons de l'échec éclairent celles du succès d'Eurochemic et seront présentées dans le chapitre suivant.

En ce qui concerne l'usine de retraitement, la démarche était inverse et symétrique : les Six, qui venaient de constituer un groupe d'études présidé par Erich Pohland, déclarèrent participer aux travaux d'un syndicat d'études à créer dans le cadre de l'OECE, avec l'Autriche, le Danemark, la Norvège, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suisse, la Suède et la Turquie.

Il s'agissait en fait de l'ébauche d'une distribution des tâches entre les deux organismes de coopération nucléaire dont la création se profilait en ce milieu de l'année 1956.

Avant de présenter les travaux du «Syndicat d'études pour l'usine de traitement des combustibles irradiés», qui font l'objet de la 1^er^ Partie, chapitre 3, il importe de mieux comprendre les motivations qu'avait chaque pays membre du Syndicat pour y participer en 1956. Celles-ci étaient très diverses. Elles reflétaient l'extrême disparité existant entre les programmes nucléaires et la diversité des structures d'exécution de ces programmes. Ces différences permettent de comprendre la nature du compromis qui rendit possible la signature de la Convention de décembre 1957.

Parmi les quatorze pays européens qui participèrent aux travaux du Syndicat d'études pour l'usine de traitement ou à la Société de 1956 à 1958, deux, la Grande-Bretagne et la France, étaient déjà engagés dans l'industrie du retraitement. Leurs réalisations ont été présentées dans le chapitre précédent, et il ne convient d'y revenir ici que pour tenter d'expliquer leur degré de participation à la coopération internationale. Quatre autres, la Norvège, les Pays-Bas, le Danemark et la Suède ne sont pas tout à fait ignorants du fait de leur participation à un petit projet de pilote de retraitement qui s'inscrivait dans la suite logique de leur coopération dans le domaine des réacteurs au JENER[94]. Les autres pays ont une connaissance très limitée de cette activité, mais tous sont désireux d'y participer. Il faut tenter ici de comprendre pourquoi.

**La situation nucléaire des pays européens[95] participant à l'expérience Eurochemic (1956-1957)**

Après la Conférence de Genève, la plupart des pays européens tentèrent d'accélérer leurs efforts de développement de l'énergie nucléaire. La situation était cependant très contrastée (Figure 16).

***Des efforts financiers très hétérogènes***

Une première approche consiste à mesurer l'effort financier consenti pour l'énergie nucléaire. Les Tableaux 4 et 5 metten en évidence les énormes disparités existant entre les Etats-Unis et les pays européens d'une part, et entre le couple franco-britannique par rapport aux autres pays participants à Eurochemic d'autre part.

Deux facteurs jouent un rôle important et complémentaire : l'ancienneté du développement d'une politique nucléaire d'une part, et la puissance économique du pays d'autre part. L'application de ces critères aux quatorze pays européens ayant participé au Syndicat d'études ou à la Société permet de distinguer en leur sein quatre groupes aux situations différentes : deux pays, le Royaume-Uni et la France, dominent l'Europe nucléaire et possèdent des structures marquées par plus de dix années d'évolution ; le coût total estimé d'Eurochemic représente autour du tiers de leurs dépenses annuelles. Neuf pays viennent de se doter d'un programme nucléaire ou possèdent des structures de recherche. Ils sont conscients que leur développement nucléaire passe par la coopération. Le coût total estimé d'Eurochemic représente plus de dix fois leur effort annuel. Deux pays ont un budget nucléaire très faible et des structures embryonnaires, la Turquie et le Portugal. La RFA enfin occupe une place à part.

---

94 Il s'agissait de retraiter le combustible de la pile JEEP dans un pilote de 3T/an de capacité, par du TBP à 20%. Le coût estimé en 1958 était de 30000 £. Cf. BARENDREGT T.J., KOREN LUND L. (1958).

95 Cf. la bibliographie par pays en annexe. Les recherches sur les politiques nationales sont inégales, et le présent essai de synthèse reflète cette inégalité.

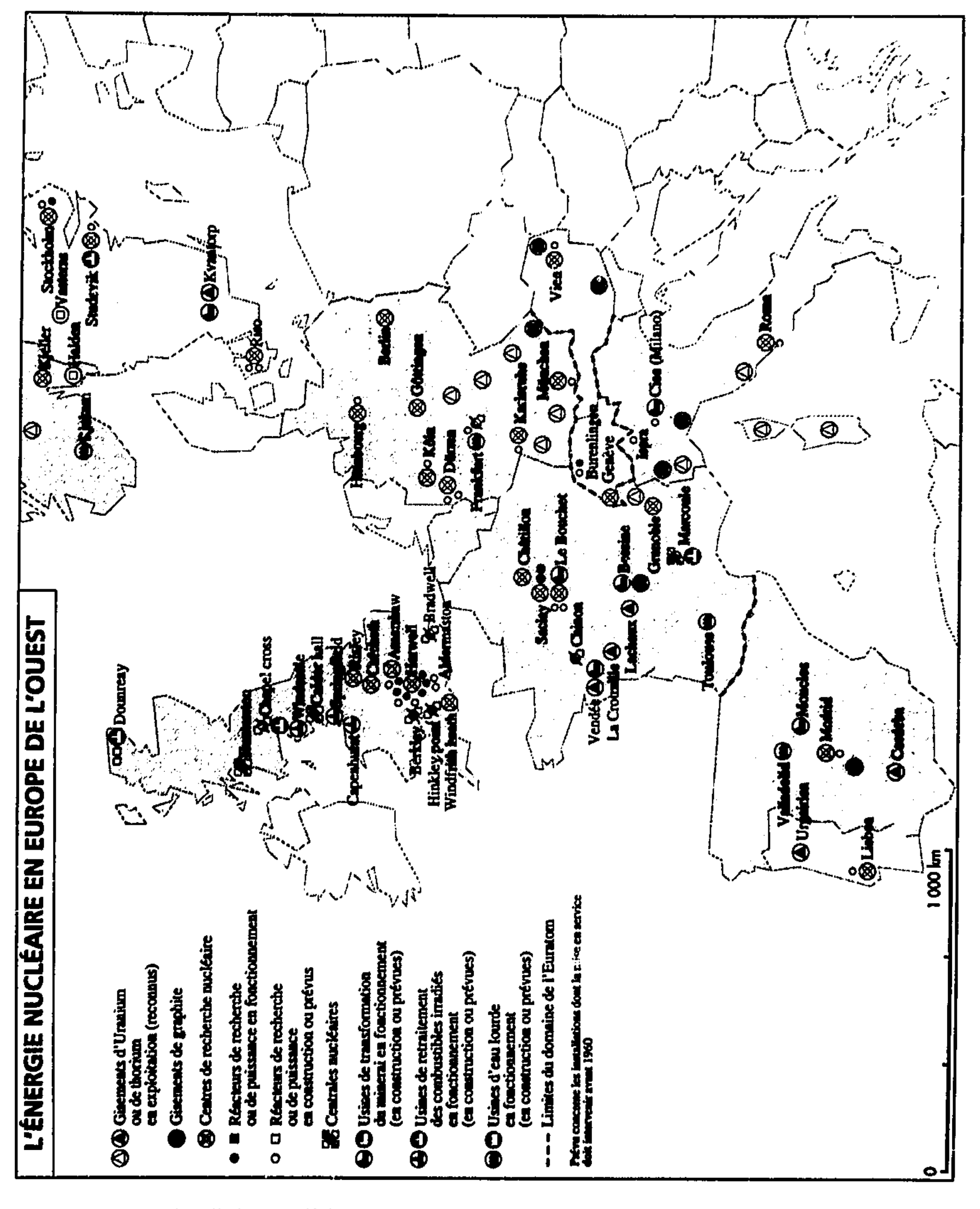


Figure 16. Les installations nucléaires en Europe en mai 1957. (Source : *AtW*, mai 1957, p. 150.)

Tableau 4. **Quelques ordres de grandeur de dépenses pour l'énergie nucléaire en 1956-1958 (en millions de $)** [96]

| | |
|---|---|
| Projet Eurochemic, estimation 1956 (pour mémoire) | 40 |
| Dépenses civiles de l'USAEC 1956-1957 | 400 |
| Crédits civils de l'UKAEA 1956-1957 | 136 |
| Budget du CEA (France) | 110 |
| RFA | 20 |
| Belgique | 12 |
| Italie | 7 |
| Danemark | 3 |
| Suisse | 3 |
| Norvège | 2,3 |
| Suède | 20 |
| Pays-Bas | 2 |
| Turquie | 0,2 |
| Autriche | 0,04 |
| Portugal | très faible |
| Espagne | très faible |

Tableau 5. **Estimations de dépenses en R&D** [97]

| Pays | Dépenses en R&D nucléaire | Nombre de personnes employées |
|---|---|---|
| Etats-Unis (civil) | 441 | 119 368 |
| Royaume-Uni (y compris militaire) | 304,5 | 30 000 |
| France | 80 | 5070 |
| Allemagne (Etat fédéral) | 17,7 | 1100 (1958) |
| Belgique | 11,6 | 916 |
| Italie | 6,4 | 1390 |
| Pays-Bas | 6 | 418 |

***Condominium nucléaire franco-britannique en Europe et dissymétrie des intérêts – L'engagement français dans la coopération***

Pendant la guerre, des savants du Royaume-Uni et de la France avaient participé à l'effort de construction de la bombe. Très tôt des structures étatiques de recherche et de développement ont été mises en place, et des sommes importantes ont été consacrées aux sciences et aux techniques nucléaires.

Le Royaume-Uni, grâce à la continuité du travail de ses équipes depuis la guerre, passe au milieu des années cinquante pour avoir plusieurs années d'avance sur ses partenaires de l'OECE. Ce fait peut permettre de comprendre le faible intérêt de ce pays dans une coopération qui ne lui aurait que peu apporté, d'autant plus qu'elle entretenait des liens bilatéraux privilégiés avec les Etats-Unis.

Cependant, engagé dans la coopération européenne au sein de l'OECE, le Royaume-Uni participa activement aux travaux du Syndicat d'études jusqu'en décembre 1957. Il ne signa toutefois pas la Convention créant Eurochemic. Les raisons de ce demi-soutien sont étroitement liées à l'avancement des projets de coopération entre les Six, et sont analysées dans la conclusion du chapitre suivant. Ce détachement progressif contraste fortement avec l'engagement français.

[96] Les données sont indicatives et tirées de sources contemporaines, dont certaines ne sont que prospectives. Source pour les trois chiffres concernant l'USAEC, l'UKAEA et le CEA: GUERON J. , AEP/OECE(1957), Vol. 1, p. 235. Base de conversion 1$= 500FF. Source pour le reste du tableau : Nicolaïdis L., AEP/OECE(1957), Vol. 1, pp. 237-247. Il s'agit d'estimations établies en 1957 et arrondies par l'auteur.

[97] NAU H.R. (1975) p. 626, se fondant sur un document d'Euratom de 1958, présente des estimations relativement proches pour six pays européens, sauf pour les Pays-Bas.

La participation de la France, qui avait derrière elle dix années d'expérience grâce au CEA, apparaît dans ces conditions comme paradoxale. Et de fait l'idée d'une coopération dans le domaine du retraitement n'était pas soutenue universellement au CEA. Il semble bien qu'il y eut des clivages au sein du Commissariat entre les partisans d'un développement nucléaire purement national et ceux d'une coopération européenne dans le domaine des techniques nucléaires. La nature particulière du retraitement, en amont de la bombe, et le poids des intérêts militaires au sein du CEA jouèrent certainement un rôle important dans ces réticences, qui s'exprimèrent au plus haut niveau par l'hostilité première de Pierre Guillaumat, le scepticisme initial de Bertrand Goldschmidt[98] et plus tard par le mécontentement de Pierre Taranger lorsqu'il apprit que des ingénieurs ayant travaillé à Marcoule seraient détachés à Eurochemic[99]. Mais le CEA comptait également en son sein de réels partisans de la coopération internationale, comme Jules Guéron, un des «Canadiens» du CEA, qui allait bientôt quitter la Direction des Programmes généraux du CEA pour prendre la tête de la Direction générale des Recherches et de l'Enseignement d'Euratom, comme Jacques Mabile, qui allait jouer un grand rôle pour la participation française dans Eurochemic, ou encore Yves Sousselier lui-même.

En définitive cependant il y avait pour la France plus d'avantages à coopérer qu'à ne pas le faire et c'est dans cet esprit de réalisme sans enthousiasme que Pierre Guillaumat se rallia au projet.

Les avantages escomptés étaient d'abord économiques. La participation au projet permettait de rentabiliser rapidement le savoir-faire de Saint-Gobain[100] et de vendre des matériels. Le co-financement international permettait à la France de ne pas supporter seule le coût d'expériences qu'il fallait de toute façon faire.

Les avantages étaient aussi techniques. La France pouvait espérer bénéficier par le biais d'Eurochemic d'informations nouvelles en provenance des Etats-Unis. La construction et l'exploitation d'une nouvelle usine seraient ainsi une source supplémentaire d'expérience et de savoir-faire.

Ils étaient également politiques. La coopération avec l'Allemagne devait permettre un certain «contrôle par l'intégration», et s'inscrivait ainsi directement dans l'axe de la politique allemande de la France suivi depuis la création de la CECA.

Enfin la participation française dans le retraitement pouvait préparer la voie à la coopération dans l'édification d'une usine d'enrichissement, ardemment souhaitée à l'époque au CEA en raison de son coût[101], et qui fut à l'origine une des motivations principales de la participation française aux négociations qui menèrent à la CEEA. Ce dernier point sera développé dans la dernière partie du chapitre suivant.

*L'Allemagne à la recherche de la puissance nucléaire – Le rôle de l'industrie chimique*

Le rôle central joué par l'Allemagne, aux côtés de la France et de la Belgique, dans la coopération à l'œuvre à Eurochemic mérite un assez long développement.

L'Allemagne est en 1956 dans une situation particulière. Le développement des sciences et des techniques nucléaires dans ce pays, qui dispose à la fois de la richesse nationale et des potentialités industrielles et scientifiques permettant d'envisager la mise en place d'une industrie nucléaire, a été suspendu pendant près de dix ans par les conséquences de la défaite de 1945.

Toute activité nucléaire lui a été officiellement interdite jusqu'en 1952, et le pays n'a pu pleinement se lancer dans le nucléaire civil qu'en 1955, après qu'il eut renoncé à la fabrication d'armes atomiques. En 1956 l'industrie allemande commence donc à bâtir un secteur nucléaire[102].

Participer à une coopération internationale permet à l'Allemagne de gagner du temps et de l'expérience. Le pays met en même temps en place ses structures administratives, marquées par l'importance des intérêts privés. S'il y a un Ministère de l'Atome, les décisions sont largement préparées par la Commission Atomique Allemande (Deutsche Atomkommission, DAtK), où les intérêts industriels sont prédominants. C'est ainsi que

[98] Yves Sousselier ouvrit la première session du séminaire sur l'expérience Eurochemic de 1983 en rapportant l'anecdote significative suivante:

«Un après-midi de 1956, mon patron m'appelait dans son bureau et m'a dit : Il y a Goldschmidt qui m'envoie demain à une réunion à l'OCDE, sur la construction d'une usine de retraitement. Ni Goldschmidt ni moi ne croyons que cela se fera jamais. Cela n'a vraiment aucun intérêt, mais enfin, il faut qu'on y soit représenté. Je n'ai pas de temps à perdre, est-ce que vous pouvez y aller ?». ETR 318, introduction de la première session, non paginée.

[99] D'après le témoignage d'Yves Sousselier.

[100] Une des conditions posées dès le départ à la participation française fut le choix de Saint-Gobain comme architecte industriel principal.

[101] Et ardemment combattue par les Britanniques.

[102] Très révélatrice est la création en 1956 de la revue *Die Atomwirtschaft*.

l'une des principales entreprises chimiques du pays, issue de l'éclatement du Konzern IG Farben, les Farbwerke Hoechst, va largement orienter les choix allemands en matière de retraitement.

*Un retour tardif sur la scène nucléaire*

Deuxième puissance industrielle mondiale dans les années trente, l'Allemagne avait joué un rôle pionnier dans la théorisation de l'atome depuis les années vingt par les travaux de l'Ecole de Göttingen et par la découverte des propriétés des substances radioactives par Otto Hahn et Lise Meitner. Pendant la guerre, la possibilité de développer un explosif utilisant la fission avait été explorée. Werner Heisenberg dirigea un projet uranium et fut nommé Directeur du Kaiser Wilhelm Institut de Berlin. Lors d'une réunion qui se tint à la Kaiser Wilhelm Gesellschaft, en juin 1942, et à laquelle assistait Albert Speer, le Ministre de l'Armement, Werner Heisenberg expliqua qu'il serait en principe possible de produire des bombes à partir de la fission de l'uranium, mais que cela coûterait extrêmement cher en argent et en temps. Si des recherches se poursuivirent en Allemagne, ce fut de façon assez dispersée et avec des moyens financiers assez modestes, sans aucun rapport avec ceux qui avaient été engagés dans le "Manhattan Engineering District", auquel ont d'ailleurs participé des savants allemands ayant fui les persécutions racistes ou politiques nazies.

Les grands savants nucléaires qui n'avaient pas fui le pays furent enlevés par les Alliés au moment de la débâcle et certains d'entre eux furent internés en Grande-Bretagne à Farm Hall[103]. A leur retour en Allemagne ils intervinrent pour une reprise des travaux théoriques et pour l'expérimentation des réacteurs. Le «Groupe de Göttingen», autour du Max Planck Institut für Physik, et de Werner Heisenberg, Carl Friedrich von Weizsäcker et Karl Wirtz, constitua un des pôles de pression les plus importants à cet égard. Il maintint une permanence du savoir scientifique, et milita pour la reprise des expérimentations. Il reçut l'appui d'industriels, en particulier de la chimie, qui avaient pendant la guerre développé un certain savoir-faire dans ce domaine. Chez Hoechst le groupe pouvait compter sur l'appui du Directeur Karl Winnacker[104].

Mais la reprise des recherches se heurta au veto des forces armées alliées administrant le pays jusqu'en 1949, et la création du nouvel Etat ouest-allemand fut suivie de peu par la réaffirmation d'un strict contrôle sur les activités nucléaires. Un premier desserrement apparut cependant possible avec le projet de CED.

En mai 1952 la RFA obtint le droit de produire du plutonium, mais dans la limite annuelle de 500 g, et de construire un réacteur expérimental ne devant pas dépasser 1500 KWe[105]. Les travaux sur le réacteur EBR1 se développèrent en 1953, et les atomistes allemands purent participer la même année à la Conférence sur les réacteurs de Kjeller. Les industriels de la chimie de leur côté, Hoechst en tête – Bayer et BASF sont alors moins intéressés – réclamèrent dès le printemps 1953 aux pouvoirs publics, par l'intermédiaire de leur syndicat patronal, le Verband der Chemischen Industrie, l'autorisation de faire des recherches dans le domaine nucléaire. A côté des chimistes les firmes engagées dans la métallurgie ou le commerce des non-ferreux jouèrent également un rôle, comme la DEGUSSA.

*L'accélération de 1954-1956*

La situation évolua rapidement à partir de 1954. Le 2 octobre Konrad Adenauer faisait sauter un important verrou en renonçant pour son pays à la fabrication de l'arme nucléaire, dans le cadre des négociations de l'UEO qui aboutirent le 23 octobre. Pleine liberté de développement civil ne lui fut cependant accordée qu'en conséquence du traité de Paris du 5 mai 1955, où le pays récupéra pleinement sa souveraineté.

Le 8 novembre 1954 était donc créée la Physikalische Studiengesellschaft Düsseldorf mbH, dans laquelle seize firmes allemandes soutenaient les travaux scientifiques consacrés aux applications pacifiques de l'atome. La création de cette société est exemplaire des liens étroits qui unissent en Allemagne l'industrie et la recherche.

Scientifiques et industriels se retrouvèrent nombreux dans la délégation allemande à la Conférence de Genève en août 1955. Cette organisation des forces, très différente de celle qui prévaut en France, se retrouve à la charnière de 1955 et 1956 lorsque se mirent en place les structures administratives de l'énergie nucléaire au niveau de l'Etat fédéral. Le 16 octobre 1955 Franz Joseph Strauß (CSU) était nommé au nouveau ministère de l'énergie atomique, le Bundesministerium für Atomenergie. La création de ce petit ministère autonome avait été voulue par Adenauer pour ne pas ajouter de puissance au ministère de l'économie et pour permettre ainsi au Chancelier d'avoir les coudées plus franches pour les négociations qui conduisirent au Traité de Rome. Franz

---

[103] Sur le débat sur la «bombe allemande» et la controverse sur l'attitude des savants allemands, voir les travaux de Mark Walker, en particulier WALKER M. (1990) et WALKER M. (1993), et notamment les renvois bibliographiques p. 519, à propos de la publication des transcriptions des conversations de "Operation Epsilon" à Farm Hall par FRANK Sir C. intr. (1993).

[104] Cf. WINNACKER K., WIRTZ K. (1975).

[105] Sur ces points, voir ECKERT M. (1989).

Joseph Strauß fut remplacé en février 1957 à la tête de ce petit ministère par Siegfried Balke, qui venait de la chimie – une filiale de Hoechst – et qui avait défendu les intérêts de la chimie bavaroise comme président du Verein der bayrischen chemischen Industrie avant de faire une carrière politique. Ce ministère était assisté d'une Commission consultative, la Deutsche Atomkommission (DAtK), qui tint sa première assemblée le 26 janvier 1956, où les intérêts industriels étaient fortement implantés, aux côtés des institutions scientifiques et des administrations. Cette Commission joua au départ un rôle prédominant dans la définition des choix techniques et économiques nucléaires[106].

Les centres de recherche nucléaires se mirent en place en 1956. Si Karlsruhe fut choisi comme lieu d'implantation du réacteur allemand FR1 à la suite d'une intervention personnelle de Konrad Adenauer en juillet 1955, la Kernreaktor Bau- und Betriebsgesellschaft mbH fut créée le 19 juillet 1956, peu après la naissance du centre de Geesthacht (GKSS) au début 1956, orienté vers un réacteur naval, et peu avant la GFKF de Jülich (Juliers), qui débuta avec des réacteurs de facture anglaise. Le Centre de recherches de Karlsruhe (KFK) associait au Land de Bade-Wurtemberg l'Etat fédéral et l'industrie.

Le premier programme nucléaire allemand, appelé programme des 500 MW ou "Eltviller Programm", du nom de la petite ville rhénane où se réunirent, sous l'égide de Hoechst, ses initiateurs, fut élaboré dans le courant de l'année 1957 et présenté au Parlement au début de 1958.

*Le rôle de l'industrie chimique allemande – Erich Pohland, Hoechst et le retraitement*

En ce qui concerne la chimie des matières nucléaires et plus particulièrement le retraitement, le rôle des Farbwerke Hoechst est central, et la participation de l'Allemagne au projet Eurochemic fut étroitement liée aux hommes de la firme ou y ayant travaillé, qui furent présents à de nombreux postes clés, comme Karl Winnacker ou le Ministre Siegfried Balke. Le cas d'Erich Pohland, qui fut le premier Directeur général d'Eurochemic, est exemplaire des liens organiques établis en Allemagne entre l'industrie et l'Etat[107].

Né en 1898 à Elberfeld, chimiste de formation, Erich Pohland fut assistant à la Kaiser Wilhelm Gesellschaft de 1922 à 1926, puis travailla parallèlement pour la Technische Hochschule de Karlsruhe et pour IGFarben. Il rejoignit la fonction publique en 1937, et occupa un poste dans l'administration économique du III$^{e}$ Reich[108]. L'effondrement de l'Etat nazi l'entraîna très provisoirement en 1945 à accepter un poste dans l'administration de l'agriculture du Hanovre, mais dès 1946 il devint Directeur de la Section Chimie au Zentralamt für Wirtschaft de la bi-zone à Minden. C'est à ce poste qu'il entra en contact avec les alliés, en défendant avec efficacité les intérêts de l'industrie chimique dans les questions d'autorisation de production et de démontage. A la création de la RFA, en 1949, il fut chargé des problèmes de la chimie au sein du ministère de l'économie, comme Referatsleiter Chemie am Bundeswirtschaftsministerium. Dans le cadre de ses fonctions il s'occupait également de la coopération avec l'OECE. Devenu conseiller ministériel, Ministerialrat, aux Finances, il quitta avec Joachim Pretsch ce Ministère pour celui de l'atome dès sa création en 1956, comme Leiter des Referats für Strahlennutzung und Isotopentechnik. Il obtint la présidence à la fois du syndicat Euratom et du Syndicat OECE chargé des études sur un projet d'entreprise commune de retraitement et termina sa carrière comme premier Directeur général d'Eurochemic de 1959 à 1963.

Dès 1956, les Farbwerke Hoechst avaient créé un laboratoire pour la chimie des substances radioactives[109], situé à Griesheim, près de Francfort. Son Directeur était un ancien assistant de Otto Hahn, passé dans l'industrie privée après la seconde guerre mondiale, Hans Götte, qui devait occuper un siège d'administrateur dans la Société Eurochemic.

Mais en 1956 les Allemands ne savaient du retraitement que ce qui en avait été révélé à Genève l'année précédente. La participation à un projet international de retraitement était une formule qui n'avait que des avantages pour l'Allemagne. Elle permettait de rattraper le retard dans un domaine où il n'y avait pas d'urgence[110], en raison des perspectives tardives de développement du nucléaire allemand. Elle rassurait les

---

[106] RADKAU J. (1983) en a bien décrit le rôle.

[107] Et il est bien documenté dans les sources imprimées, MÜLLER W.D. (1990), AtW (1959), p. 151, et AtW(1961), Wer ist wer.

[108] Amt für Roh – und Werkstoffe, puis au Reichsamt für Wirtschaftsausbau.

[109] Radiochemisches Laboratorium.

[110] Dans un Memorandum de la DAtK du 9 décembre 1957, cité par MÜLLER, p. 516, est souligné le peu d'intérêt pour l'Allemagne de disposer d'une usine de retraitement nationale avant 1965: "Aus den Leistungsreaktoren des 500 MW-Programms werden etwa ab 1965 verbrauchte Brennelemente zur Aufarbeitung anfallen. Diese Mengen sind zumindest in den ersten Jahren zu gering, um die Rentabilität einer eigenen Anlage zu sichern". L'intérêt immédiat de l'entreprise étant faible, les entreprises privées se firent quelque peu tirer l'oreille par le Ministère pour acheter des actions.

autres pays européens dans un domaine sensible[111]. L'expérience Eurochemic fut systématiquement réutilisée dans la conception et la construction du pilote allemand qui démarra en 1971 à Karlsruhe[112] et dont les premiers jalons devaient être posés dès 1962.

En 1956 donc, l'Allemagne était très intéressée par une coopération internationale dans le domaine du retraitement. La formule plus libérale offerte par la coopération au sein de l'OECE avait la préférence de la plupart des acteurs, tant l'Etat que les représentants de l'industrie à la DAtK [113], dans la mesure où une expérience nationale était alors impensable en raison de la jeunesse de l'industrie nucléaire allemande.

Mais l'absence d'urgence du développement du retraitement en Allemagne rendit difficile la participation immédiate et spontanée des entreprises, malgré la détermination affichée par le Ministère et l'appui de Hoechst.

Il n'est pas impossible que cette volonté ministérielle de coopérer soit aussi inspirée par le désir gouvernemental de ne pas fermer des portes permettant éventuellement au pays d'accéder à une technique susceptible d'avoir des applications militaires. Comme le montre Colette Barbier[114] une coopération franco-allemande dans le domaine nucléaire militaire, ouverte ensuite à l'Italie, sembla pouvoir se mettre en place à partir de 1955 et ne cessa véritablement d'être à l'ordre du jour qu'avec l'arrivée au pouvoir du général de Gaulle, marquant «la fin des ambitions nucléaires [militaires] de Bonn»[115].

***La périphérie des Etats du Sud***

A l'opposé de ces «locomotives» du nucléaire en Europe, on trouve des pays intéressés, mais sans beaucoup de moyens, en raison de leur niveau global de développement. Parmi eux on peut distinguer deux groupes. Depuis le début des années cinquante l'Italie et l'Espagne tentent de développer des structures, dominées par les grandes firmes en Italie, par l'Etat autoritaire en Espagne. Le Portugal et la Turquie ne possèdent pas d'infrastructures, si ce n'est celles créées pour l'occasion.

*L'Italie nucléaire prise entre l'Etat et les entreprises, entre la coopération européenne et le bilatéralisme transatlantique*

En Italie[116] le développement des structures étatiques et des sciences nucléaires appliquées est tardif[117]. L'Etat doit partager les initiatives avec les grandes entreprises, privées ou publiques. En 1946 en effet était créé à Milan un centre de recherches privé, le CISE (Centro Italiano Studi e Esperienze), à l'initiative d'entreprises d'Italie du Nord, en particulier l'entreprise chimique Montecatini ou le conglomérat pétrolier public ENI. Des recherches y furent menées, en particulier dans le domaine du raffinage de l'uranium, mais sans beaucoup de moyens. Le traité de paix de 1947 cantonna les études dans le domaine civil. En août 1951 fut cependant créé, dans le domaine des recherches, un Institut inter-universitaire regroupant, dans l'Istituto nazionale di Fisica Superiore, les efforts des départements de Physique des universités de Milan, Padoue, Rome et Turin. L'Etat italien n'entra véritablement en scène que le 26 mai 1952 avec la création d'une Agence nucléaire, le CNRN[118] (Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari), qui eut beaucoup de mal à s'imposer, en particulier du fait de son manque d'autonomie administrative et financière[119]. Ainsi le premier programme triennal de coopération qu'il proposa resta lettre morte.

---

[111] Et elle peut aussi rassurer les Allemands. Le 12 avril 1957 dix-huit savants atomistes réagissent par la «Déclaration de Göttingen» à la possibilité évoquée dans le cadre de l'OTAN de doter la Bundeswehr d'armes atomiques «tactiques».

[112] Le Directeur Général de WAK Walter Schüller est un ancien d'Eurochemic. Sur le transfert de technologie réalisé entre Eurochemic et l'Allemagne, voir la 5e Partie, chap. premier.

[113] "Keine Atomkommandowirtschaft, sondern ... Ermutigung der privaten Unternehmerinitiative in der Atomwirtschaft", dans un "Tätigkeitsbericht des BMf.Atomfragen für das Jahr 1956", cité par MÜLLER W.D. (1990), p.154, et repris par STAMM-KUHLMANN (1992), p.46.

[114] BARBIER C. (1990).

[115] Ibid., p. 126.

[116] AtW (1956),p.189-190. La première partie de l'article de NUTI L. (1990), pp. 134-139 consacre quelques pages à la «situation de la recherche nucléaire en Italie après la seconde guerre mondiale».

[117] Selon Edoardo Amaldi les scientifiques italiens les plus importants, du moins ceux qui n'avaient pas quitté l'Italie fasciste, auraient volontairement orienté leurs recherches vers des domaines ne pouvant être exploités pour construire d'éventuelles armes atomiques. On ne peut qu'être frappé par le parallélisme de l'argumentation avancée par les scientifiques allemands et italiens.

[118] Son président était en 1956 le Professeur Francesco Giordani, qui devait être en 1957 le coauteur, avec Louis Armand et Frantz Etzel, du «Rapport des Trois Sages» de l'Euratom. Son Secrétaire général était Felice Ippolito.

[119] Ainsi l'Italie adhère-t-elle au CERN avant d'avoir créé sa propre structure de recherche.

Les premiers projets concrets[120] ne purent se développer qu'après le discours "Atoms for peace". La Conférence de Genève de 1955 réveilla les enthousiasmes. Elle avait été précédée de peu, en juillet, par la conclusion d'un accord standard bilatéral avec les Etats-Unis. L'Etat italien appuya les efforts des grandes entreprises qui annoncèrent alors leur intention de se porter acquéreurs de réacteurs de recherche américains ; ce fut le cas pour FIAT, la Société Edison et Montecatini. Les producteurs d'électricité regroupés au sein de l'ANIDEL annoncèrent à la fin de 1955 la création de la Societa Elettronucleare Italiana, qui devint vite la SENN, avec pour but la construction d'un réacteur de puissance dans le Mezzogiorno, qui devait être la centrale de Latina. En 1956 FIAT et Montecatini s'associaient dans la SORIN (Societa Richerche Impiandi Nucleari) pour l'établissement en commun d'un centre spécialisé à Saluggia (Piémont), près duquel devait être bâtie bien des années plus tard une petite usine de retraitement inspirée par Eurochemic. Le CNRN décidait en juillet d'installer un réacteur sur les rives du Lac Majeur, à Ispra. Mais en novembre 1956, aucun réacteur ne fonctionnait en Italie, même si trois avaient été commandés, dont le futur réacteur Ispra 1 [121] et si un projet de «Plan quinquennal nucléaire» avait été annoncé en avril. La situation italienne se caractérisait en fait, d'après Leopoldo Nuti, par une rivalité entre l'Etat et les entreprises, notamment celles qui étaient engagées dans la production électrique, peu désireuses de voir l'Etat s'immiscer dans la production nucléaire, qui risquait de préparer la nationalisation de l'électricité. Elle était aussi marquée par un relatif consensus autour de la nécessité du rattrapage du retard italien en matière d'énergie nucléaire «en utilisant le soutien américain pour ne pas se trouver dans une situation d'infériorité au moment du lancement d'Euratom»[122].

Dans ces conditions le projet Eurochemic répondait parfaitement aux désirs et aux vœux italiens, tant de l'Etat que des entreprises, et ce d'autant plus qu'il avait le plein appui des Etats-Unis.

*L'Espagne – Le nucléaire, pierre de touche de la modernisation dans un cadre étatique*

En Espagne[123] l'Etat franquiste et ses militaires contrôlaient toute initiative dans le domaine nucléaire. Les premiers signes d'intérêt apparurent en 1948, mais il fallut attendre 1951 pour qu'ils se traduisent sur le plan institutionnel. La création d'une Agence nationale est précocement très révélatrice des nouvelles tendances technocrates et modernistes qui apparurent dans l'entourage de Franco et animées par l'Opus Dei[124]. Le 22octobre 1951 était en effet constituée la Junta de Energia Nuclear (JEN), directement placée sous l'autorité de l'amiral Luis Carrero Blanco, Ministre de Franco depuis juillet 1951 et membre de l'Opus Dei. La JEN était en 1956 présidée par le Général Hernandez Vidal, membre de l'Etat-major, et son vice-président était un scientifique, spécialiste des questions d'optique militaire, José Maria Otero Navascués. La JEN, qui détenait la propriété éminente des ressources en uranium que l'on avait découvertes dans le Sud du pays, avait mis sur pied un centre de recherche à la Moncloa, près de Madrid, où travaillaient en 1957 environ 150 personnes, dont 60chimistes. Les activités de ces derniers portaient essentiellement sur les procédés d'extraction du minerai. Mais l'Espagne se préparait aussi à acquérir son premier réacteur. En mai 1956 le Général Vidal était allé négocier aux Etats-Unis l'achat à General Electric d'un réacteur piscine de 30000 kW [125] et la JEN annonça un plan de développement de réacteurs.

L'Espagne n'était alors pas encore membre de l'OECE[126], mais avait demandé à y être associée depuis mai 1954. La participation à l'entreprise de coopération dans le retraitement confortait à la fois ses aspirations modernistes, son désir d'intégration dans la communauté internationale et, peut-être, laissait espérer un accès à une technologie susceptible de charmer les militaires.

Au Portugal, l'annonce de la politique Atoms for Peace et la découverte de gisements dans le Nord du pays avaient entraîné le 31 mars 1954 la création d'une Commission Atomique, la Junta de Energia Nuclear (JEN portugaise). En Turquie n'existaient que des activités académiques à l'Université d'Ankara.

---

120 Un accélérateur près de Rome, à côté de Frascati

121 Acheté à l'American Machine and Foundry Co.

122 NUTI L. (1990), p. 139.

123 AtW (1956), p. 313.

124 Les émeutes étudiantes de février 1956 allaient conforter le courant moderniste; Luis Carrero Blanco devenait Secrétaire à la Présidence.

125 Le réacteur JEN 1 fut installé en 1958, dans le cadre de l'application de l'Accord Standard signé le 12 février avec les Etats-Unis.

126 En 1950 commence la réintégration de l'Espagne, mise au ban des organisations internationales cinq années plus tôt. Elle se marqua d'abord par son admission à la FAO en novembre 1950, puis à l'Unesco en novembre 1952. Le 14décembre 1955 l'Espagne entrait à l'ONU. Cf. HERMET G. (1992), p. 203-216.

Aux yeux des responsables la modernisation indispensable de ces pays, tous deux assez dépourvus de ressources énergétiques, passait aussi par le développement des activités nucléaires. La participation à l'entreprise commune de retraitement était un investissement à long terme, et un pari sur la modernisation.

***Les «petits pays» ou le développement nucléaire par la coopération***

En situation intermédiaire entre les grandes puissances européennes et les deux Etats dont il vient d'être question se trouvent des pays au PIB limité par leur petite taille ou par la faiblesse numérique de leur population. Ils constituent le groupe le plus nombreux parmi les pays participant à l'histoire d'Eurochemic: deux des pays membres du Benelux, Pays-Bas et Belgique, des pays nordiques, Danemark, Suède, Norvège, des pays alpins, l'Autriche[127] et la Suisse. Ces pays intermédiaires sont très conscients de l'enjeu que représente le nucléaire pour leur avenir, mais aussi de l'impossibilité dans laquelle ils se trouvent de le développer seul. La coopération internationale est pour eux un passage obligé. Certains de ces pays avaient d'ailleurs déjà amorcé un petit projet de coopération dans le domaine du retraitement.

*La coopération nucléaire des pays de l'Europe du Nord dans le domaine du retraitement – Le rôle du JENER de Kjeller-Lillestrøm*

Certains de ces «petits Etats» du Nord de l'Europe possédaient déjà une petite expérience des problèmes de retraitement par leur participation au JENER ( Joint Establishment for Nuclear Energy Research ) de Kjeller-Lillestrøm[128]. Travaillaient alors, autour du projet d'un petit pilote, une équipe internationale de scientifiques et de techniciens dont certains devaient jouer un rôle important dans l'histoire d'Eurochemic, comme le Norvégien Sven G. Terjesen, le Néerlandais Teun J. Barendregt, ou le Suédois Erik Haeffner. Les pays nordiques étaient d'ailleurs tenus informés des travaux menés en Norvège par l'intermédiaire d'un «comité de contact nucléaire» établi au sein du Conseil nordique[129]. Pour ces pays le projet Eurochemic représentait une extension de leur projet commun, et le petit pilote qui devait être mis en service en 1961 allait d'ailleurs rendre quelques services techniques à l'entreprise commune de l'OECE.

Le cas de la Suède et du Danemark doivent être précisés en raison de leur rôle ultérieur.

*La Suède*

Dès 1947 en Suède[130] a été créé l'organe central de la politique nucléaire, l'Aktiebolaget Atomenergi (A.B. Atomenergi). Ce n'était pas une Agence publique mais une société d'économie mixte, détenue pour 4/7des 14 M de couronnes du capital par l'Etat, vingt-quatre entreprises privées se partageant le reste. Il s'agissait de sociétés d'électricité, de métallurgistes (Bofors), d'équipementiers (ASEA) et d'armateurs (Johnson Line), etc. A.B. Atomenergi, qui employait environ 300 personnes en 1956, coordonnait le travail de ses actionnaires en matière nucléaire. La Suède, par l'intermédiaire d'A.B. Atomenergi, avait tenté de mettre en valeur des gisements dans le pays, et avait développé son propre réacteur de 300 kW, le R1, à uranium naturel et eau lourde, situé dans une grotte creusée à Stockholm. En 1956 le pays, qui avait à la fin de l'année précédente annoncé un programme modéré de développement nucléaire, construisait un centre de recherche à Studsvik, destiné à abriter un second réacteur, R2. L'application de l'accord bilatéral standard signé en janvier 1956 avec les Etats-Unis allait conduire dans l'année à l'abandon du projet de réacteur national au profit d'un réacteur piscine importé des Etats-Unis et fonctionnant à l'uranium enrichi à 20% et à l'eau légère.

*Le Danemark*

Si en Suède la naissance d'une politique nucléaire fut précoce, dans la patrie de Niels Bohr, en revanche, la mise en place des structures de l'administration de l'énergie nucléaire fut consécutive à la définition de la politique "Atoms for Peace", qui ouvrait les possibilités d'importation de matériau fissile. Un Comité des techniques nucléaires se mit en place en février 1954 au sein de l'Académie des Sciences techniques (Akademiet for de Tekniske Videnskaber). La création d'une Commission pour l'énergie atomique (Atomenergikommissionen) de vingt-quatre membres, préparée au sein du Ministère des Finances depuis le 8 mars, se réalisa le 21décembre 1955, après que deux traités bilatéraux, l'un avec les Etats-Unis, l'autre avec la Grande-Bretagne, eurent été signés pendant l'été. Niels Bohr en était bien sûr le Président. La continuité du travail était assurée par un Comité exécutif de sept membres, présidé par H.H. Koch. L'objectif immédiat de la Commission était la

---

[127] Sur le contexte général de la politique autrichienne en matière d'intégration européenne, voir le récent article de WEISS F. (1994). Il n'y est fait aucune allusion à Eurochemic.

[128] Cf. 1re Partie, chap. premier, pour l'origine de cette première coopération européenne.

[129] Les autres membres étant la Finlande et l'Islande. AtW(1957), p.376-378.

[130] AtW (1956), p.380-383

construction du Centre de Recherche qui devait s'établir à 30 km à l'Ouest de Copenhague, à Risø. Le chantier commençait tout juste en 1956, alors que des contrats de livraison de réacteurs de recherche étaient passés la même année avec les firmes américaines Atomics international(DR1), Foster Wheeler C° (DR2), ainsi qu'avec les Britanniques (DR3).

*La Suisse*

Parmi les petits pays le cas de la Suisse, est à la fois typique et particulier[131]. Son statut de «neutralité armée»[132] explique son intérêt précoce pour les possibilités d'une utilisation défensive de l'arme atomique[133]. Dès le 5 novembre 1945 le gouvernement fédéral avait créé une Commission d'Etudes de l'Energie Atomique (CEEA suisse), un organisme consultatif et gestionnaire des fonds fédéraux pour le nucléaire.

Le pays était en 1956 en pleine «phase industrielle» nucléaire. Les grandes firmes, qui n'avaient pas montré d'intérêt jusqu'alors pour une activité dominée par les scientifiques[134] placés sous l'égide du Département militaire fédéral, saisirent dès 1953 les opportunités liées aux modifications de la situation internationale et tentèrent de mettre sur pied une filière nationale de réacteurs, à uranium naturel ou faiblement enrichi et à eau lourde.

Dans ce pays dépourvu de ressources charbonnières, les sites hydroélectriques avaient été pour la plupart équipés au cours de la première moitié du XXe siècle et les sociétés de production d'électricité se demandaient comment faire face à la croissance prévue de la demande. Les équipementiers, au premier rang desquels on trouvait la firme Brown Boveri et Cie SA (BBC), dirigée alors par Walter Boveri, à laquelle s'associèrent rapidement Sulzer Frères SA et Escher-Wyss, des banques et des producteurs d'électricité, en tout près de 150 sociétés, furent à l'origine en 1953 d'un processus qui aboutit à la constitution de Reaktor AG le 1er mars 1955. La vocation de la firme était de construire et d'exploiter un Centre de Recherche National privé, sis à Würenlingen, orienté vers la construction d'un réacteur suisse à l'eau lourde et à l'uranium naturel, DIORIT[135]. Cette Société de droit privé entretenait cependant des relations particulières avec la Confédération, qui en approuvait les Statuts, le programme de recherche et le budget et avait voix consultative au conseil d'administration et dans la nomination du président[136]. Les travaux de construction du Centre de Würenlingen débutèrent en 1955.

Dans l'intervalle avait eu lieu la Conférence de Genève, qui permit à la Suisse de se doter du premier réacteur américain exporté en Europe, en l'occurrence la «pile-piscine» de démonstration à l'eau légère et à l'uranium enrichi qui avait constitué une des principales attractions de l'exposition accompagnant la conférence. Achetée 180 000 $, soit 770 000 FS, transportée à Würenlingen et rebaptisée SAPHIR, elle devait redémarrer sous la conduite d'ingénieurs suisses le 30 avril 1957. Un accord de coopération signé avec les Etats-Unis le 18 septembre 1955 accompagnait la vente, négociée conjointement par les deux personnalités les plus marquantes du nucléaire suisse à l'époque, le physicien Paul Scherrer et l'industriel Walter Boveri. Cet accord comportait la fourniture de combustible et l'augmentation de la puissance thermique du réacteur.

Ainsi la Suisse apparaissait-elle comme promise à un brillant avenir nucléaire. La stratégie de construction d'une filière nationale de réacteurs s'accompagnait de la multiplication des tentatives pour tisser un réseau d'associations internationales, pour la fourniture d'uranium et d'eau lourde. Des ouvertures se firent à partir de 1952 en direction de la Norvège, qui libéralisa cette année-là sa politique de fourniture d'eau lourde. La Suisse se montra intéressée par l'expérience de coopération du JENER, mais se heurta à un veto anglo-américain, les deux alliés craignant des fuites vers les pays de l'Est. La France proposa son uranium naturel dès 1951-1952, mais exigeait de récupérer le plutonium, ce qui suspendit les négociations pendant plusieurs années. Une complexe négociation triangulaire déboucha après septembre 1954 sur la livraison de 10 tonnes d'uranium d'origine belge, conditionnées en Grande-Bretagne.

---

131 Cf. HUG P. (1991), SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT DER KERNFACHLEUTE (1992). Peter Hug propose une chronologie en quatre phases du nucléaire suisse. La phase industrielle couvre les années 1954-1959, lorsque l'optimisme nucléaire ambiant permet de penser que la Suisse pourrait construire seule un réacteur de puissance.

132 Adopté en 1815 à la suite des guerres napoléoniennes.

133 La Suisse y renonça formellement en adhérant au TNP en 1969.

134 Autour de Paul Scherrer, à la fois Président de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich et de la CEEA.

135 Il fut critique le 15 août 1960.

136 Ces relations préparaient la nationalisation du centre, qui intervint dès 1960 sous la forme d'un «Institut annexe» de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich. Ce fut l'IFR, Institut fédéral de recherche en matière de réacteurs (EIR en allemand). Depuis 1988, après fusion avec un autre Institut annexe qui était son voisin immédiat, le centre de recherche de Villigen, il porte le nom d'Institut Paul Scherrer (IPS).

La participation à Eurochemic s'inscrit dans la stratégie nucléaire d'ensemble du pays. Elle devait permettre aux firmes chimiques, au premier rang desquelles se trouvait la firme bâloise CIBA, de participer[137] à l'effort intérieur dans un cadre international. L'annonce du projet provoqua la constitution d'un groupe associant CIBA, BBC, Sulzer et Escher-Wyss. Un jeune chercheur de CIBA, Rudolf Rometsch, représenta ainsi sa firme dans le groupe.

*La Belgique*

Il convient enfin d'évoquer la situation nucléaire de la Belgique[138], pays où s'établit Eurochemic.

La Belgique est aujourd'hui le troisième pays du monde pour la part de l'électronucléaire dans la production totale d'électricité, après la France et la Lituanie. Elle a été dans l'entre-deux-guerres le plus grand producteur mondial de radium[139], qui provenait du gisement d'uranium de Shinkolobwe au Congo. Ce gisement, découvert en 1915, fut exploité jusqu'en avril 1960 par l'Union Minière du Haut Katanga (UMHK). Le minerai était envoyé en Belgique et le radium était extrait depuis 1922 à Olen, une petite ville situé à l'Est d'Anvers.

L'histoire nucléaire belge est donc, en ses débuts, étroitement liée à la fourniture par l'UMHK ou plutôt par sa filiale américaine African Metals, de radium, puis d'uranium aux Américains[140]. Une série de contrats commerciaux fut conclue entre la firme et l'administration du projet Manhattan à partir de 1942. Le minerai congolais aurait ainsi fourni 72% de l'uranium constituant la bombe d'Hiroshima.

Le 26 septembre 1944 un accord fut signé entre la Belgique, représentée par le Gouvernement replié à Londres, la Grande-Bretagne et les Etats-Unis. Il garantissait à ces deux puissances l'exclusivité de la livraison d'uranium belge. Il fut plusieurs fois reconduit. Le produit de ces ventes servit partiellement à financer le développement des recherches nucléaires belges dans les années cinquante[141].

La Belgique avait espéré que la fourniture de matériau fissile lui donnerait un accès privilégié à l'information scientifique et technique américaine[142]. Elle fut déçue à cet égard, ce qui joua probablement un rôle dans son soutien à la coopération européenne dans le domaine nucléaire et dans l'établissement relativement tardif de ses structures. Un organisme de coordination des recherches fondamentales avait certes été mis sur pied en 1947[143], mais le véritable développement se fit surtout partir de 1950.

Le 31 décembre 1950 était en effet créée par Arrêté royal la fonction de Commissaire à l'Energie Atomique (CEA belge), rattachée au Ministère des Affaires Etrangères, et confiée en janvier 1951 à Pierre Ryckmans, ancien Gouverneur général du Congo, qui l'occupa jusqu'à sa mort en février 1959. Le CEA fut à l'origine de la création, le 9 avril 1952, du Centre d'Etudes pour les Applications de l'Energie Nucléaire (CEAN), dont l'objet était la réalisation d'un réacteur nucléaire. Le CEAN s'établit non loin d'Olen, à Mol, sur un terrain appartenant à l'ex-Roi Léopold III et à Marie-José. Sur les 184 ha acquis en décembre 1953 débutèrent en juin 1954 les

---

[137] Il existait des projets de développement d'une industrie de l'eau lourde en Suisse, mais qui furent «torpillés» par les Etats-Unis en 1955, cf. 1[er] Partie, chap. 3.

[138] Cette partie se fonde sur les documents préparatoires à VANDERLINDEN J. dir. (1994).

[139] Il faut cependant rappeler que cet élément n'a jamais joué qu'un rôle marginal dans le chiffre d'affaires de l'UMHK, face au cuivre et autres non-ferreux et qu'à l'époque l'uranium est un déchet d'exploitation minière.

[140] Sur la politique d'approvisionnement en uranium, voir HELMREICH J.E. (1986) et HEWLETT R.G., ANDERSON O.E.(1962), p. 287 pour les négociations de l'accord de 1944.

[141] Le dispositif est complexe et met en jeu les gouvernements, signataires des accords tripartites de 1951 et 1956, l'agence d'approvisionnement américaine, la Combined Development Agency (CDA), le Commissaire à l'Energie Atomique belge et l'UMHK. Une surtaxe de 60 cents par livre d'oxyde d'uranium était payée par la CDA à l'UMHK, qui en reversait le produit sur un compte public dont le Commissaire avait seul la signature, sous le contrôle du premier Président de la Cour des Comptes. Le montant de cette surtaxe devait rester secret dans la mesure où il aurait pu servir de base à une estimation des stocks de matière fissile américaine. Cette surtaxe rapporta 9,5 M $ de 1951 à 1956, et 700 M FB de 1951 à 1960, dont 234 allèrent aux Instituts Inter-universitaires, le reste au CEN. Ainsi furent par exemple totalement financés les frais de construction du centre de Mol jusqu'en 1955.

[142] Les Belges s'appuyaient sur leur interprétation de l'article 9a de l'accord de septembre 1944, au demeurant peu clair: en cas d'utilisation de l'uranium congolais comme source d'énergie à objectif commercial, les Américains ou les Britanniques admettront la Belgique «à participation en termes équitables à pareille utilisation». Le seul avantage retiré par les Belges est leur participation à des cours, comme ceux organisés à Oak Ridge sur les radio-isotopes à partir de 1949.

[143] L'IPPN, Institut Inter-universitaire de Physique Nucléaire, simple organisme sans personnalité juridique, émanant du Conseil d'Administration du FNRS (Fonds National de la Recherche Scientifique) devenu en septembre 1951 IISN (Institut Inter-universitaire de Sciences Nucléaires), établissement d'utilité publique exclusivement consacré à la recherche. Son budget était en 1956 de 42 M FB.

travaux du réacteur BR1[144]. Celui-ci démarra en mai 1956. Le CEAN devint en mai 1957 le CEN (Centre d'Etudes Nucléaires). Il s'étendait alors sur 570 ha.

Dans l'intervalle, les industriels et les électriciens avaient commencé à s'intéresser sérieusement au nucléaire, et derrière eux se dessinait un plan d'ensemble de développement largement piloté par la Société générale de Belgique (SGB), qui possédait des parts importantes dans l'UMHK et contrôlait la plupart des sociétés engagées dans le développement nucléaire, comme la Société générale métallurgique de Hoboken (SGMH), les Ateliers de construction électrique de Charleroi (ACEC)[145] ou encore la Fabrique nationale d'armes de guerre (FN).

A l'initiative de l'Union minière et d'un groupe d'électriciens associés pour l'occasion dans le Syndicat d'études des Centrales Atomiques (SYCA), s'était créé en 1954 un Syndicat d'études de l'Energie Nucléaire (SEEN). Herman Robiliart, de l'UMHK, en était le Président, assisté par Marcel De Merre, de la Société Générale Métallurgique de Hoboken comme vice-président.

L'entrée dans le secteur nucléaire de la SGMH, qui gérait à l'origine des établissements métallurgiques situés au bord de l'Escaut, dans la banlieue Sud d'Anvers, fut liée à la reprise de la Société Le Radium Belge, qui était établie à Olen et qui était jusque là une filiale de l'UMHK. La SGMH avait de son côté créé une filiale spécialisée, MMN, Métallurgie et Mécanique Nucléaire, établie sur des terrains achetés au Nord du CEN de Mol pour construire une usine de fabrication de combustibles.

La Direction de la SEEN était assurée par Jean Van der Spek. L'objectif immédiat de la SEEN était de construire un PWR que l'on imaginait alors alimentant l'Exposition Universelle de Bruxelles de 1958[146]. Mais plus largement il était de conduire le développement d'une industrie nucléaire complète.

Le SEEN démarra ses négociations avec Westinghouse en marge de la Conférence de Genève de 1955. En janvier 1957 les travaux du SEEN devaient être repris par la Société Belgonucléaire (BN) et élargis notamment au retraitement. Cette année vit d'ailleurs une multiplication de projets tournant autour des réacteurs : Cockerill lançait un projet de réacteur naval, Vulcain, des accords de licence étaient signés entre Westinghouse d'une part, les ACEC, Cockerill, la SGMH et la FN d'autre part.

La participation à une entreprise de retraitement était dans ce cadre souhaitable et logique. Ainsi la Belgique pouvait-elle être présente dans l'ensemble des activités du cycle du combustible, du minerai du Congo au retraitement en passant par des réacteurs fabriqués sous licence.

## Conclusion

La diversité des motivations convergeant dans la participation au projet Eurochemic peut être synthétisée par le Tableau 6. La préparation du projet par le Syndicat d'Etudes avait comme but d'élaborer une Convention permettant à tous les pays, quels que soient leurs intérêts propres, de se rassembler pour la construction d'une usine commune.

Tableau 6. **Les motivations convergeant dans la participation au projet Eurochemic**

| Pays et caractéristiques | Motivations et objectifs |
|---|---|
| France, pays le plus avancé parmi les participants. | Faisceau de motivations économiques, politiques et techniques. |
| Allemagne, qui construit alors son industrie nucléaire. | Acquérir rapidement les connaissances et les savoir-faire dans le domaine du retraitement pour les réaliser éventuellement plus tard soi-même. |
| | Poids du lobby chimique, rôle central de Hoechst. |
| Belgique, grand producteur d'uranium grâce aux ressources du Congo. | Maîtrise de l'ensemble des opérations du cycle du combustible. |
| | Poids de la SGB, à travers le réseau de ses filiales et participations. |
| Italie, qui amorce alors son développement nucléaire. | Comparable à l'Allemagne. Rôle de Montecatini. |
| Pays-Bas, Norvège, Suède, Danemark, déjà engagés dans une coopération nucléaire à Kjeller | Prolongement et extension d'une coopération déjà existante. |
| Espagne, Suisse, Autriche, Portugal, Turquie. | Apprentissage, et réalisation d'une usine commune dans le cadre de l'OECE. |

144 Réacteur de type britannique BEPO, issu d'une coopération belgo-britannique remontant à 1951.

145 Cf. la contribution de Ch. Gérard dans VANDERLINDEN J. dir. (1994).

146 Le projet fut abandonné, mais l'Exposition de 1958 se déroula sous le signe de l'atome, symbolisé par l'Atomium.

*Chapitre 3*

# La préparation du projet

## Le Syndicat d'études et la Convention du 20 décembre 1957

***Octobre 1956 – décembre 1957***

Le «Syndicat d'études pour la Constitution d'une entreprise commune de séparation chimique des combustibles irradiés» fut constitué le 28 septembre 1956 et se réunit pour la première fois le 24 octobre. En onze mois, le Syndicat d'études allait affiner le projet, pendant que se préparaient, au sein de l'OECE, la Convention et les Statuts de la future entreprise commune.

Le Syndicat travailla en liaison étroite avec le CDEN, alors que se déroulaient entre six des douze membres du Syndicat les négociations qui devaient aboutir au Traité de Rome créant conjointement la Communauté économique européenne (CEE) et Euratom. Il en résulta une certaine complexité de l'organisation qu'il faut présenter, dans la mesure où elle a pesé sur les résultats obtenus.

Des décisions cruciales furent prises pendant cette période : des options techniques, la désignation du site, le choix original d'une formule juridique gouvernant le projet qui s'exprime dans la Convention signée par douze pays de l'OECE le 20 décembre 1957.

Enfin il faut tenter d'expliquer le succès du projet de retraitement Eurochemic et l'échec du projet d'usine européenne de séparation isotopique. Les deux tentatives de coopération ne furent pas seulement menées parallèlement, elles s'influencèrent en effet réciproquement.

### L'organisation du Syndicat

#### *La place du Syndicat dans l'ensemble des projets de coopération nucléaire de l'OECE*

*Le Syndicat d'études sur les réacteurs expérimentaux et les entreprises communes Halden et Dragon*

Sur les trois syndicats prévus par la décision du 19 juillet 1956, deux virent le jour et travaillèrent en parallèle : le Syndicat d'études pour l'entreprise commune de retraitement et le Syndicat d'études sur les réacteurs expérimentaux[1], présidé par S. Eklund (Suède), dont le rapporteur fut Lew Kowarski, le Secrétariat étant assuré par Roland Perret.

Le deuxième Syndicat élabora un programme de recherche et de mise au point de réacteurs expérimentaux dans les filières lui apparaissant les plus adaptées aux contraintes européennes et tenant compte de l'évolution prévisible de la technologie dans les cinq ans à venir.

Il proposa cinq types de projets précis, classés suivant trois niveaux de priorité. Les deux projets de première priorité étaient un réacteur d'essai et un réacteur à eau bouillante. Puis était envisagé un réacteur homogène aqueux. Les projets de réacteur à combustible métallique liquide et les projets de «couveuses rapides»[2] étaient renvoyés à une troisième étape.

Les travaux du Syndicat d'études sur les réacteurs expérimentaux débouchèrent en 1958 et 1959 sur la création de deux des trois entreprises communes de l'OECE, par la signature de deux accords concernant l'un un réacteur à eau bouillante, Halden, l'autre un réacteur à haute température, Dragon. Dans les deux cas il s'agissait de l'internationalisation de projets nationaux préexistants, respectivement norvégien et britannique, à la différence du projet Eurochemic.

Les négociations qui s'ouvrirent en 1957 entre douze participants, la Norvège, l'Autriche, le Danemark, la Suède, la Suisse et le Royaume-Uni et Euratom au nom des Six, aboutirent à l'Accord du 11 juin 1958 sur l'exploitation commune du réacteur à eau lourde bouillante construit à Halden, à 120 km au Sud d'Oslo, par

---

[1] CDEN (1958), Rapport AEEN (1958).

[2] Les surgénérateurs, traduction littérale attestée dans les sources d'époque de "fast breeders".

l'Institut norvégien pour l'énergie atomique (IFA). Cet Accord a été maintes fois reconduit et remodelé. La coopération autour du réacteur de Halden se poursuit aujourd'hui encore.

En mars 1958, après l'échec d'une proposition de coopération autour d'un réacteur à eau ordinaire, la Grande-Bretagne proposa l'internationalisation de la construction et de l'exploitation d'un réacteur à haute température refroidi par gaz, un projet sur lequel le Centre de Harwell avait travaillé depuis décembre 1955. Le 23 mars 1959 fut signé l'Accord sur le réacteur Dragon, qui devait être édifié dans le nouveau centre britannique de Winfrith[3]. Il regroupait douze participants, l'UKAEA, propriétaire et responsable du réacteur et les mêmes membres que Halden. Le réacteur fut critique en 1964 et le projet s'acheva en 1976 [4].

Tableau 7. **Distribution des participations aux trois projets d'entreprises nucléaires communes de l'OECE**

| Pays | Eurochemic | Halden et Dragon |
|---|---|---|
| Allemagne[6] | X | X |
| Autriche | X | X |
| Belgique[6] | X | X |
| Danemark | X | X |
| Espagne[5] | X | |
| France[6] | X | X |
| Italie[6] | X | X |
| Luxembourg[6] | | X |
| Norvège | X | X |
| Pays-Bas[6] | X | X |
| Portugal | X | |
| Royaume-Uni | | X |
| Suède | X | X |
| Suisse | X | X |
| Turquie | X | |

La comparaison des participations aux entreprises communes de l'OECE met en évidence le soutien des «petits Etats» à la coopération et souligne l'originalité de la participation turque et portugaise au projet de retraitement. Le fait que le Royaume-Uni et la France ne se retrouvent pas pour collaborer directement dans un même projet traduit une certaine rivalité, mais aussi des différences dans les conceptions de la coopération internationale. Le Royaume-Uni participe à des expériences à noyau national initial[7], la France à une entreprise de coopération ex nihilo. Ces positions sont très cohérentes avec le comportement de ces deux pays en ce qui concerne l'intégration européenne, qui se préparait alors dans d'autres enceintes.

*Le Syndicat d'études sur le traitement chimique entre l'OECE et la CEEA*

Le Comité de direction de l'énergie nucléaire (CDEN) et certains de ses organes subordonnés collaborèrent avec les Syndicats d'études. Ainsi en fut-il pour le Groupe de travail sur le régime administratif et financier des entreprises communes et pour le Groupe de travail juridique, dont un sous-groupe commun avec le Syndicat sur le traitement chimique fut plus particulièrement chargé des aspects spécifiques à envisager dans la Convention et les futurs Statuts.

Le parallélisme entre les projets nucléaires de l'OECE et ceux de la CEEA, alors en cours de négociation, amena au sein de l'Organisation la création d'un Groupe de liaison avec la Conférence de Bruxelles, présidé par Jean Renou, alors Directeur-adjoint de la Direction des affaires extérieures du CEA et bras droit de Bertrand Goldschmidt. La double présidence exercée par Erich Pohland, du Groupe d'Etudes sur le retraitement de la Conférence intergouvernementale pour le Marché Commun et l'Euratom d'une part, et du Syndicat d'études Eurochemic de l'OECE d'autre part, liait le projet Eurochemic et les négociations Euratom. Ces dernières aboutirent le 25 mars 1957 à la signature du Traité de Rome. Les négociations sur Eurochemic furent ainsi

3 Le chantier du Centre avait démarré en novembre 1957.

4 Sur l'histoire du projet DRAGON, voir SHAW E.N. (1983).

5 En 1959.

6 Par l'intermédiaire d'Euratom.

7 Et elle est elle-même le noyau de Dragon.

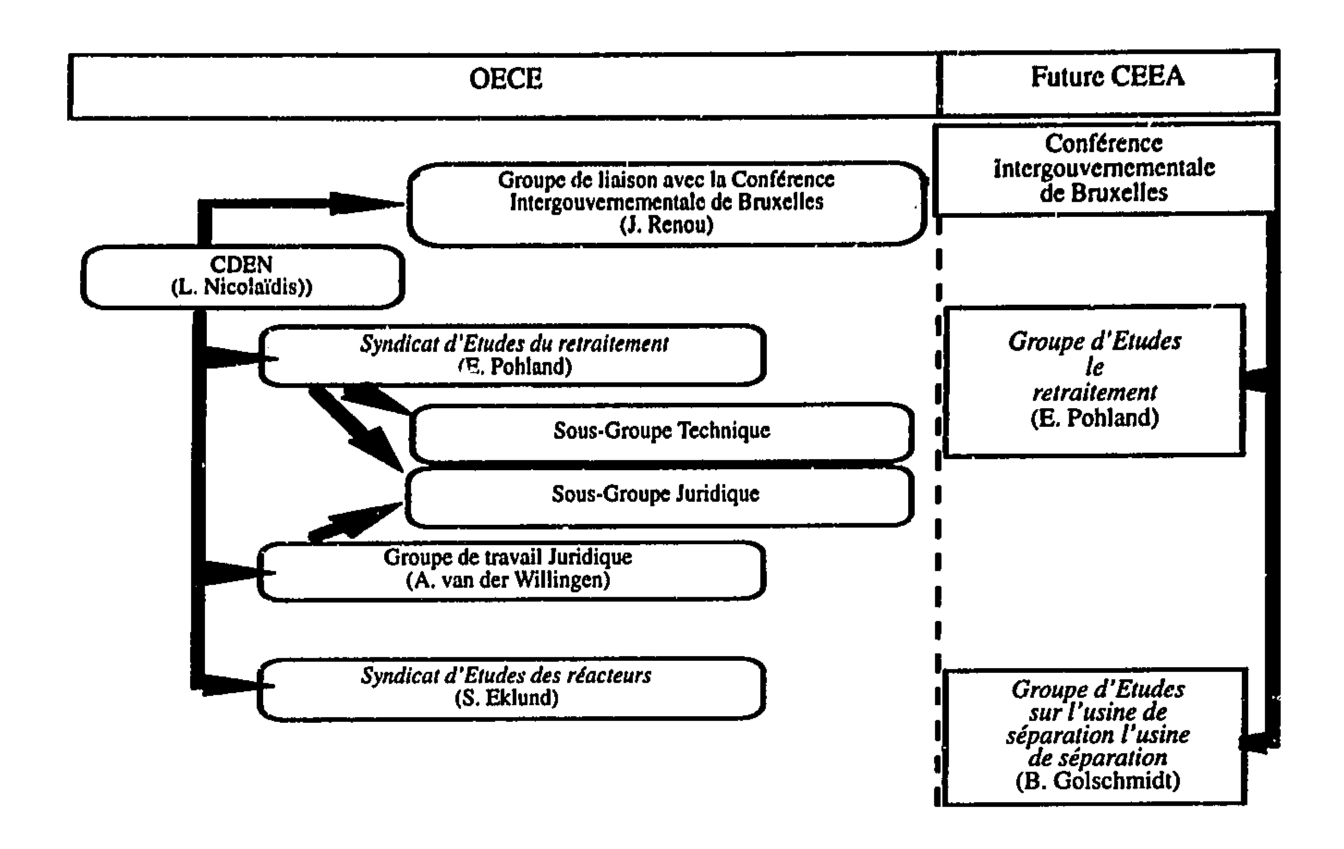



**Figure 17.** Syndicats et groupes dans la préparation des projets.

menées parallèlement à celles de l'usine de séparation isotopique. Mais, alors que cette dernière ne vit pas le jour[8], les travaux du Syndicat d'études débouchèrent sur la signature de la Convention du 20 décembre 1957 et sur la création de l'entreprise en juillet 1959.

### *Le statut et les missions du Syndicat d'études Eurochemic*

*Le statut*

Le statut des Syndicats d'études en vue de la création d'entreprises communes dans le domaine de l'énergie nucléaire créées dans le cadre de l'OECE fut défini par le Conseil lors de sa 340[e] séance le 28 septembre 1956. Celui du «Syndicat d'études pour la constitution d'une entreprise commune de séparation chimique des combustibles irradiés» fut approuvé par le Conseil le 7 décembre 1956, alors que sa première réunion avait déjà eu lieu.

«L'objet du Syndicat d'études [était] de procéder aux travaux techniques, aux estimations financières et à la préparation des instruments juridiques nécessaires pour la constitution d'une entreprise commune de séparation chimique des combustibles irradiés[9]».

*Composition du Syndicat d'études et du sous-groupe technique*

Le Syndicat regroupait des «experts qualifiés nommés par les pays participants». Ils provenaient en fait de treize pays. En effet les Etats-Unis, sans être membres du Syndicat, mais en leur qualité de pays associé, y envoyaient souvent un ou deux délégués de leur représentation auprès de l'OECE, l'United States Representation Office (USRO) ou bien du bureau de liaison de l'USAEC. Les décisions étaient prises à l'unanimité, possibilité étant cependant ouverte, en cas de désaccord sur les options techniques concernant au moins deux pays, de créer un deuxième Syndicat d'études – ce qui n'arriva pas, mais exprime bien le caractère très souple de la coopération à l'OECE.

Lors des 9 sessions que tint le Syndicat du 24 octobre 1956 au 17 septembre 1957 le nombre des présents varia de 28 à 32. 94 personnes en tout participèrent aux réunions[10] : on y trouve un mélange de diplomates, de

---

[8] Pour des raisons exposées dans la troisième partie de ce chapitre.

[9] Statut, C(56)233 du 7.12.1956.

hauts-fonctionnaires des différents ministères nationaux, d'experts venus des agences nucléaires nationales ou d'entreprises nucléaires, comme Belgonucléaire, Agip Nucleare ou Sorin. Mais on note aussi la présence, pour la RFA et la Suisse, de quelques experts venus d'entreprises chimiques privées, comme les Farbwerke Hoechst, Bayer-Leverkusen ou Ciba.

Vingt-six personnes prirent part à la première session du 24 octobre 1956. Parmi les experts on comptait Maurice D'Hondt, responsable du département chimie au CEAN belge, Bertrand Goldschmidt et Robert Sartorius de la Direction de la Chimie du CEA français, Teun Barendregt, un Néerlandais alors chargé de la construction du pilote du JENER de Kjeller-Lillestrøm en Norvège, John Gillams de l'Industrial Group de l'UKAEA à Risley, Erik Haeffner de A.B. Atomenergi, à Stockholm et Rudolf Rometsch, chimiste chez CIBA (Bâle). Furent élus président l'Allemand Erich Pohland[11], du Bundesministerium für Atomfragen, à Bad Godesberg, et vice-président le Suédois Erik Svenke, alors Chef de la Division industrielle de A.B. Atomenergi. Pierre Huet et Einar Saeland, de l'OECE, assurèrent le Secrétariat.

Une des premières décisions du Syndicat fut de constituer une Commission d'experts, qui reçut en décembre la dénomination de sous-groupe technique, chargé d'explorer les scénarios techniques et d'affiner les projets. Ce sous-groupe se réunit dès le 25 octobre.

Le Syndicat d'études remit son rapport final au CDEN le 17 septembre 1957 à l'issue de sa dernière session. Le CDEN l'adopta le 27 septembre[12].

*Les missions du Syndicat et leur avancement chronologique*

Les missions du Syndicat comportaient cinq tâches, précisées dans le statut, qui furent menées en parallèle :

- arrêter les principaux choix techniques et établir un avant-projet ;
- faire les propositions sur l'emplacement ;
- étudier les besoins en matières premières, biens d'équipement et personnel ;
- préparer un budget ;
- proposer le cadre juridique du projet.

Les principales étapes chronologiques de la réalisation de ses missions par le Syndicat furent les suivantes.

Le Syndicat procéda d'abord à une évaluation des besoins de traitement des pays membres par l'envoi d'un questionnaire en novembre 1956. Il résulta de cette enquête que, jusqu'en 1960, seules de petites quantités d'uranium naturel seraient à retraiter[13], mais qu'une accélération des livraisons serait à envisager à partir de 1964-1965. La quantité globale prévue était de l'ordre de 3500 t pour la période 1964-1970. Le Syndicat d'études soulignait cependant le caractère imprécis de ces estimations[14].

Il fut décidé de prendre contact avec les autorités américaines. Une demande d'information portant sur des problèmes techniques précis fut adressée le 26 décembre 1956 à la mission américaine auprès de l'OTAN et auprès des organisations régionales européennes. Il y fut répondu en mars 1957 par l'envoi d'un fascicule par l'ORNL et, surtout, par l'organisation le 20 mai 1957 du Symposium de Bruxelles sur le traitement chimique[15], qui apporta aux spécialistes européens beaucoup d'éléments qui fondèrent leur travail ultérieur.

L'exploration technique se fit sur la base initiale de deux projets, en fonction des combustibles à traiter, uranium naturel ou légèrement enrichi (Low-Enriched Uranium, ou LEU) d'une part, uranium hautement enrichi (High-Enriched Uranium ou HEU) d'autre part. En février 1957 était fixée une première option, celle d'une usine de 50 t de capacité d'uranium naturel ou de LEU, permettant aussi de traiter du HEU, tournant autour d'un coût de 18,5 M $ et extensible à une grande usine d'une capacité de l'ordre de 1000t de LEU. Le rapport final se prononce en faveur d'une installation non extensible de 100 t, d'un coût prévu de 12 M$, devant entrer en fonctionnement en 1961.

---

[10] La liste des membres du Syndicat d'études se trouve en annexe.

[11] La France appuya la présidence de Pohland pour faciliter le ralliement des Allemands au choix de Saint-Gobain comme architecte industriel.

[12] Ce rapport fut publié en annexe A du 1[er] Rapport du CDEN en mars 1958, OECE(1958).

[13] Pas plus de 100 t par an de 1961 à 1964, OECE(1958), CDEN, p. 35.

[14] Ibid. p. 33.

[15] USAEC(1957).

Les études de localisation, fondées sur un rapport britannique, débouchèrent sur un accord de principe pour dix pays. Quatre pays firent des offres précises : la Belgique, le Danemark, l'Italie et la Norvège. Ces propositions aboutirent à l'adoption du site de Mol en Belgique.

La forme juridique à envisager fut explorée par le sous-groupe commun au Syndicat et au groupe de travail sur le régime administratif et financier des entreprises communes, qui envisagea d'abord trois formes, une société commerciale, un établissement public ou une organisation intergouvernementale pouvant éventuellement concéder l'activité à un groupe industriel. Le 31 janvier 1957 était fixée l'option de la société internationale[16], «préférable [pour] diffuser les connaissances techniques résultant de l'exploitation de l'usine». Un projet initial de statut de la Société fut édité le 12 avril 1957, mentionnant pour la première fois la raison sociale de «Société Européenne pour la séparation chimique des combustibles irradiés». Il fut adopté en décembre. La seule modification d'importance résulta d'une demande suisse[17]. Par l'ajout d'un troisième paragraphe à l'article 3 des statuts, était ouverte la possibilité de construire ultérieurement en commun une usine plus grande.

Le Syndicat d'études prit pendant la durée de son existence trois grands types de décisions fondamentales pour l'avenir du projet.

## Les grandes décisions de la période de préparation du projet

Les processus de choix doivent être précisés en ce qui concerne les aspects techniques, géographiques et juridiques.

### *Les grandes options techniques*

*Le sous-groupe technique et les variantes du projet*

Le sous-groupe technique comprenait six personnes de nationalités différentes, un Allemand, Erich Pohland, un Néerlandais, Teun Barendregt, un Français, Yves Sousselier, qui avait succédé à Robert Sartorius dès les premières réunions, un Anglais, John Gillams, un Suédois, Erik Haeffner, et un Suisse, Rudolf Rometsch. Les uns étaient plus compétents en matière de retraitement, les autres avaient une bonne connaissance des milieux industriels. Ce groupe d'experts préparait les propositions transmises au Syndicat d'études, qui reprenait la plupart de ses conclusions, et constitua l'embryon du futur Comité technique de la Société.

Se fondant sur l'estimation des besoins en quantité et en qualité, le sous-groupe fixa la capacité maximale de l'usine à 100t par an. Il fut cependant amené à explorer diverses solutions, à mesure que les travaux du syndicat avançaient. A une première logique d'exploration de deux variantes, motivées par des raisons essentiellement techniques , qui étaient fonction du type de combustible, à uranium naturel ou LEU d'une part, à HEU d'autre part, succéda l'étude d'une usine facilement extensible ultérieurement à 1000 t, appelée «variante A», ou d'une usine non extensible, appelée «variante B», qui répondaient à des facteurs autant politiques, tenant au processus parallèle de choix du site (cf. infra), qu'économiques. Finalement le sous-groupe se focalisa sur un projet polyvalent uranium naturel- LEU ou HEU, de type B.

*La collecte des informations, fruit d'une collaboration interne et externe au Syndicat – Le rôle de la France, du Royaume-Uni et des Etats-Unis*

La France et le Royaume-Uni, qui faisaient partie du Syndicat d'études, fournirent des informations en provenance de leurs centres de recherche et usines de retraitement, Marcoule, par l'intermédiaire de la Direction industrielle du CEA, Windscale, par le truchement du Chemical Plant Design Office de l'Industrial Group Headquarters (IGHQ) de l'UKAEA.

L'USRO donna également accès à des données de l'USAEC, par le biais d'un échange de lettres[18] et surtout par l'organisation d'un Symposium sur le retraitement, qui se tint du 20 au 25 mai 1957 à Bruxelles et constitua pour les chimistes européens du retraitement un événement comparable à la Conférence de Genève.

A ce Symposium furent présentées les communications des équipes de l'Oak Ridge National Laboratory (ORNL, Tennessee.), de la Hanford Atomic Products Operation (HAPO), mais aussi de l'ICPP, de l'Argonne National Laboratory (Lemont, Illinois), du Knolls Atomic Power Laboratory (Schenectady, New-York), d'Atomics International, North American Aviation Inc. (Canoga Park, Californie), ainsi que du Brookhaven

---

16 SEN/CHEM (57)3.

17 Témoignage de Rudolf Rometsch, 8 janvier 1992.

18 L'USAEC fournit en mars 1957 un memorandum *Answers to OEEC questions on chemical reprocessing*, SEN/Chem(57)6 addendum, répondant aux questions techniques très précises qui lui avaient été adressées en décembre.

National Laboratory (Long Island , New York). Ces communications provenaient de la totalité des groupes de recherches publics ou privés s'occupant du retraitement aux Etats-Unis, mais ne comportaient aucune contribution en provenance directe de l'usine militaire de Savannah River.

Publié par la Technical Information Service Extension d'Oak Ridge sous la forme de trois volumes totalisant 1365 pages[19], le Symposium constitua une synthèse pratique des connaissances américaines en matière de retraitement : comme le précise R.B. Richards[20], de Hanford, dans son allocution inaugurale, "the series of papers in this session will treat an area of separations development capable of immediate application to the design and operation of facilities for reprocessing irradiated reactor fuels ...We have attempted to organize an integrated presentation of aqueous reprocessing methods, rather than offer a collection of loosely-related technical papers". Les documents du Symposium furent soigneusement étudiés par les ingénieurs et chercheurs d'Eurochemic[21] et constituèrent pour certains leur manuel de base. Des contacts personnels s'établirent à cette occasion, qui rendirent la poursuite de la coopération plus facile. Par leur participation massive au symposium de Bruxelles les Etats-Unis prouvaient concrètement qu'ils jouaient pleinement la carte de la coopération transatlantique dans le domaine du retraitement, alors que s'élaborait la Convention et que se précisaient les options techniques prises pour l'usine.

*Les premiers choix techniques* [22]

Grâce aux informations ainsi rassemblées aux meilleures sources, le sous-groupe technique fût à même de proposer des choix au Syndicat d'études, tant en matière de procédé que d'équipement et de planification, et de réaliser des estimations de coûts.

Le procédé d'extraction.

Le choix du procédé tint compte de la destination du produit final : il fallait que l'uranium et le plutonium sortant de l'usine puissent être incorporés dans de nouvelles cartouches de combustible, donc manipulés sans risque. On devait aussi rechercher un facteur élevé de décontamination ($10^7$) et prévoir un stockage suffisamment long, avant ou après retraitement, pour permettre la décroissance des éléments les plus dangereux.

Le choix de la méthode PUREX résulta d'un processus d'élimination. En 1957 existaient en effet deux grandes familles de techniques de retraitement :

- Les procédés non aqueux étaient nombreux mais encore au stade de l'expérimentation en laboratoire (pyro-métallurgie, scorification des oxydes, volatilisation des halogénures). En adopter un aurait constitué une prise de risque incompatible avec le caractère industriel prévu pour l'entreprise ;
- Le sous-groupe se dirigea donc vers les procédés aqueux utilisant l'extraction par solvants et, plus particulièrement, vers ceux utilisés dans des installations à grande échelle. Trois solvants apparaissaient envisageables, l'hexone, le DBC ou le TBP, correspondant respectivement aux trois procédés REDOX, BUTEX et PUREX. L'usage de l'hexone fût exclu, car il compliquait la concentration et le stockage des déchets, dans la mesure où il exige l'addition d'un sel comme relargant. Restaient donc en lice le DBC et le TBP, pour lesquels il suffit d'ajouter de l'acide nitrique. Le TBP avait l'avantage d'un meilleur facteur de décontamination que le DBC, malgré une sensibilité plus grande à l'irradiation. Le procédé PUREX fut donc choisi.

La fourniture d'un produit final plus pur apparaît donc comme prédominante dans l'option prise par le Syndicat d'études. Celle-ci correspond à aussi à une prise de risque industriel minimale[23], et politiquement à la possibilité du recours à deux sources nationales d'expertise, interne, la France, externe, les Etats-Unis, possibilité que n'offraient pas les deux autres procédés. Mais ce choix excluant BUTEX mettait relativement sur la touche les Britanniques et, à ce titre, a pu contribuer, en dehors des causes politiques, à rendre la poursuite de la coopération relativement peu intéressante pour ces derniers.

---

[19] USAEC(1957), TID-7534. Le volume 1 comporte les parties suivantes : Traitements aqueux, revue des procédés Redox, Purex, Thorex ; Procédés auxiliaires, dissolution du zirconium et de l'acier inox, plutonium ; Stockage des effluents de l'usine, gazeux, liquides, solides. Le volume 2 est consacré aux procédés non aqueux, le volume 3 "Engineering and Economics" aux problèmes d'équipement, avec des adresses de fournisseurs et des estimations de coût.

[20] Vol.1 p. 3.

[21] Témoignage d' Emile Detilleux, 11 décembre 1992.

[22] Cf. Rapport final du Syndicat d'études, in OECE(1958), Rapport du CDEN, pp. 31 sq.

[23] Les deux usines les plus récentes de Savannah River (inaugurée en 1954) et de Marcoule (en voie d'achèvement en 1957) utilisaient le TBP ou devaient l'utiliser.

Si le TBP fut pris comme solvant, certains aspects du retraitement ne furent pas fixés dès 1957 : en ce qui concerne la tête de procédé, le choix final du mode de dégainage n'était pas encore fait, et le rapport souligne les avantages, dans de nombreux cas, du dégainage mécanique, en particulier pour les gaines en zirconium et en acier inoxydable.

A l'autre bout du procédé, la définition du mode de purification du plutonium, par solvant ou par échange d'ions, fut renvoyée à plus tard, faute de renseignements suffisants sur les procédés utilisés dans l'industrie. Cette étape était encore étroitement liée au savoir-faire militaire et les publications à ce sujet étaient rares. Le Symposium de Bruxelles ne comporte que trois contributions sur les problèmes de queue de procédé du plutonium, totalisant 50 pages sur les 1365 de l'ouvrage, soit 3,6% [24]. Ces aspects étaient de plus abordés uniquement sous des angles de recherche en chimie fondamentale ou appliquée en laboratoire, et non dans leur dimension industrielle[25].

Les équipements

En ce qui concerne les équipements de retraitement, le Syndicat d'études fixa l'option d'une usine à entretien direct. Il s'agit «autrement dit que les travaux d'entretien soient effectués directement sur les appareils, après décontamination». Le Syndicat d'études écarta donc l'entretien télécommandé des grandes usines américaines et de Windscale et se rallia aux systèmes existant à l'ICPP et à Marcoule. Ce choix était autant dû à la prudence devant ce qui était une nouveauté en Europe continentale qu'à des considérations de coût. Il répondait aussi à une exigence de recherche et de souplesse dans l'évolution. Il fallait pouvoir intervenir directement dans les cellules, pour vérifier ce qui s'y était passé et pour procéder, le cas échéant, à des améliorations ou à des modifications. L'entretien direct entraînait aussi le choix d'appareils particulièrement sûrs afin d'éviter les arrêts d'exploitation trop fréquents dus à la nécessité de décontaminer suffisamment les cellules pour pouvoir y rentrer.

L'utilisation de combustibles à taux variés de matière fissile imposait des contraintes particulières en termes de sécurité, afin que jamais ne fût obtenue une masse critique. Il en découlait la nécessité d'exécuter dans la phase de conception tout un travail sur la sûreté géométrique des équipements.

Le Syndicat d'études se montrait plus innovant pour ce qui est des appareils d'extraction en choisissant les colonnes pulsées. Eurochemic fut en effet la première usine européenne à utiliser ce type d'appareillage au cœur du procédé.

La France se servait en effet de mélangeurs-décanteurs[26] et la Grande-Bretagne des colonnes à garnissage. Si ces dernières sont très sûres, leur puissance de séparation est médiocre et doit être contrebalancé par de grandes hauteurs, environ 25 m [27]. Les colonnes pulsées sont plus efficaces et plus modestes en taille, une dizaine de mètres de hauteur avec une emprise au sol de l'ordre de trois mètres sur deux.

Les mélangeurs-décanteurs quant à eux sont efficaces, mais leur emprise au sol est grande, six mètres sur trois, pour une hauteur faible de quatre mètres environ[28], ce qui a pour effet d'augmenter la surface au sol et de renchérir les coût de construction des cellules bétonnées. Leur forme induit de plus des risques de divergences fortuites lorsqu'on traite des matières fissiles. Enfin le temps de séjour relativement long du solvant dans les mélangeurs décanteurs entraîne des problèmes particuliers liés à sa dégradation assez rapide sous l'effet du rayonnement. Le problème était peu important dans une usine militaire utilisant des combustibles peu irradiés dont le plutonium est très riche en isotope 239 et où les considérations de coût étaient de peu de poids. Il risquait de l'être plus dans des usines civiles retraitant des combustibles «brûlés» au maximum pour produire de l'électricité, et dont l'exploitation commerciale prévue commandait de serrer les coûts d'investissement[29].

Le choix très innovant des colonnes pulsées[30] tenait aux inconvénients qui avaient pu être constatés dans l'usage des matériels européens ainsi qu'à l'existence à Hanford de travaux de développement portant sur

---

[24] USAEC (1957) , Vol. 1, pp. 296-348.

[25] Il est possible d'ailleurs que même dans les usines militaires la purification du plutonium se soit faite à l'époque suivant ces mêmes méthodes. A Marcoule un bâtiment spécialement destiné au travail du plutonium ne fut construit qu'en 1963, soit quatre années après le début de la production.

[26] Des colonnes pulsées avaient été expérimentées dans le pilote de Châtillon, mais les difficultés de régulation de leur marche avaient fait préférer les mélangeurs-décanteurs pour Marcoule. Cf. GALLEY R. (1958).

[27] 70 pieds.

[28] 20 x 10 pieds d'emprise au sol, pour une hauteur totale de 12 pieds.

[29] La reproduction du choix de Marcoule à UP2, équipée elle aussi en mélangeurs-décanteurs, conduisit à des difficultés d'exploitation lorsque l'usine de La Hague fut confrontée à la fin des années soixante à des combustibles à taux d'irradiation croissants.

[30] Et rétrospectivement très avisé, cf. 5[e] Partie, chap. 1.

l'application des colonnes pulsées au procédé Purex. Le papier présenté par R.G.Geier lors du symposium de Bruxelles[31] en soulignait les avantages en conclusion : "The development work carried out at HAPO has indicated that the pulsed solvent extraction column would be a very attractive contactor for Purex process application. The columns comprising the battery would be of reasonable height, be easily capable of meeting the process requirements, and provide sufficient versatility to encompass flowsheet modifications if necessary".

Economie de place dans les cellules bétonnées et souplesse d'emploi, combinées à la sûreté et à l'efficacité militaient pour le choix des colonnes pulsées à Eurochemic. Mais la raison décisive qui fit pencher en faveur des colonnes pulsées fut le temps de contact plus court entre les phases aqueuses et organiques. Cela était d'autant plus important que s'annonçaient des combustibles présentant des taux d'irradiation de plus en plus élevés, donc un accroissement prévisible de la vitesse de dégradation du solvant. Les colonnes pulsées répondaient donc bien au problème d'une usine civile. Mais leur utilisation nécessitait tout un travail de développement pour permettre leur usage à l'échelle industrielle. Eurochemic devait réaliser en Europe ce passage.

D'une façon générale, les contraintes liées à l'emploi de solutions radioactives acides et chaudes imposaient des réservoirs, tubulures et colonnes en acier inoxydable totalement austénitique[32], entièrement soudés – avec des procédures de soudage et de vérification des soudures très sophistiquées – et donc le recours à des matériaux et à une main-d'œuvre de haute qualité. L'instrumentation préconisée était de type courant dans l'industrie chimique, sauf pour les appareils de contrôle de radioactivité en continu, qui nécessitaient des dispositifs nouveaux.

En septembre 1957 donc les grandes options techniques avaient été prises : extraction au TBP par colonnes pulsées, accès direct aux cellules, utilisation de matériel éprouvé et sûr. Les décisions techniques étaient le résultat de procédures d'élimination successives, pour des raisons non seulement fondées techniquement, mais aussi politiquement signifiantes tout en prenant en compte les exigences de coût, les impératifs de productivité et en laissant ouvertes des possibilités de recherche appliquée.

La première ébauche de l'usine

Une première ébauche de l'usine fut ainsi esquissée : elle comprendrait une vingtaine de bâtiments, huit pour les installations de traitement, deux pour les installations de recherche, six bâtiments annexes, deux bâtiments de services généraux et deux installations de service. A partir de 1961 elle emploierait 450 personnes environ, dont 250 dans les installations de traitement[33]. D'une capacité de 100 t par an, elle nécessiterait un investissement de départ de 20 M $, soit 12 M pour la construction, 7 M pour les dépenses de fonctionnement pendant les deux premières années et 1 M de fonds de roulement.

Comme le choix des grandes options techniques, celui du site, qui se fit parallèlement, résulte d'un faisceau de causes entremêlant les questions techniques, politiques et économiques.

### *L'option géographique : Mol*

Le processus qui conduisit au choix de l'emplacement de Mol répond à deux logiques qui s'entrecroisent : une logique technique et une logique qui mêle étroitement les considérations politiques et économiques. Les réflexions générales sur les critères de localisation, faites en fonction des impératifs techniques de l'activité aboutissent à la mise en évidence de contraintes géographiques. Les propositions de site de la part des pays membres, qui répondent au désir politique et économique de voir s'implanter chez eux une telle usine – du fait des effets induits prévisibles sur l'économie locale, en termes d'emploi comme de commandes – sont alors examinées en fonction de ces contraintes. Le champ des possibles se restreint alors.

Mais la décision ultime est le fruit d'un compromis essentiellement politique, qui se développe parallèlement aux propositions de sites, et contrarie profondément la rationalité technique qui fut à l'œuvre dans la première phase[34].

Le choix du site pesa sur les options techniques prises ultérieurement pour la réalisation de l'usine et contribue à expliquer l'accent particulier mis à Eurochemic sur les problèmes de sûreté ainsi que les dérives financières qui très rapidement compliquèrent la réalisation de l'usine[35].

---

[31] USAEC(1957), vol.1, pp.107 sq., R.G. Geier, Application of the pulsed column to the Purex Process.

[32] Un des trois types d'inox, au chrome-nickel, éventuellement stabilisé au niobium.

[33] Description in CDEN(1958), p. 40-41.

[34] Hors du champ des intérêts politiques s'exprimèrent des critiques acerbes, comme de la part des scientifiques américains, qui ne manquèrent pas de le faire savoir aux membres de la mission de novembre 1958, cf. la 2e Partie, chap. premier.

[35] Allant jusqu'à menacer la poursuite même de la coopération, cf. 2e Partie, chap. 2.

*Première étape – octobre-janvier 1956, la prédominance de la rationalité technique*

Le 27 octobre 1956 le Syndicat d'études envoya aux pays membres un questionnaire sur les «besoins relatifs au traitement du combustible irradié»[36]. La troisième des huit questions posées était : «Au cas où le syndicat d'études jugerait bon de proposer l'implantation de l'usine de séparation chimique dans votre pays, seriez-vous en principe favorable à cette proposition et, si oui, à quelles conditions éventuelles?» Il fallait réagir avant le 30 novembre. Une synthèse des réponses apportées par dix pays[37] sur les treize membres du syndicat fut présentée en janvier 1957 : à part la Suède qui déclarait ne pouvoir se prononcer pour l'instant, tous se montraient favorables à l'implantation d'une usine internationale de retraitement dans leur pays.

Le 23 novembre 1956 fut transmis au sous-groupe technique un rapport du Royaume-Uni, préparé par John Gillams, qui portait sur l'implantation[38]. Ce texte examinait les facteurs pesant sur le choix d'implantation d'une usine chimique d'une capacité nominale de 500 t d'uranium par an, et s'appuyait sur les connaissances issues de l'exploitation de Windscale. Il analysait successivement quatre facteurs : l'élimination des déchets, l'alimentation en eau, les frais de transport, la sûreté et en déduisait les conditions d'implantation.

D'après cette étude, l'alimentation en eau et les frais de transport pesaient peu dans les contraintes de localisation : les besoins en eau, de l'ordre de 5000 à 10 000 $m^3$/jour, dont 1000 à 2000 d'eau potable, étaient considérés comme relativement faciles à couvrir. L'influence du prix du transport sur le choix de l'emplacement était jugée comme faible. En ce qui concerne les effluents liquides à faible activité, leur évacuation quotidienne nécessite la présence d'eau, de mer ou de rivière. A Windscale la proximité de la mer permet ainsi d'éliminer quotidiennement 35 curies d'activité bêta, plus 16 curies de ruthénium 106, 7 curies de strontium 90 et 0,05 curies de plutonium 239. Mais les «conséquences de conditions exceptionnelles», c'est à dire les conditions de sûreté, restreignent les choix.

Les effluents gazeux normaux nécessitent la construction d'une cheminée de grande hauteur, et leur contrôle après lavage et filtrage. La possibilité d'un dégagement accidentel milite en faveur d'une faible densité de la population avoisinante.

Ce sont en effet les considérations de sûreté qui priment dans les contraintes de localisation exposées par le rapport britannique : il y a des «risques spéciaux», qui nécessitent prévention et surveillance, comme l'incendie, la criticité, les risques de déversement ou de fuite. Les risques sismiques doivent être limités, de même que les risques de guerre . Les emplacements situés au-dessous du niveau normal des eaux sont à éviter, de même que l'existence en aval d'une prise d'eau potable.

Le rapport conclut : «les principales exigences techniques de l'emplacement sont les suivantes : approvisionnement modéré en eau ; moyens de communication suffisants, de préférence par rail ; accès à la mer ou à une rivière, de préférence à l'écart des prises d'eau potable. Il vaudrait mieux choisir l'emplacement en Europe occidentale [i.e. pour l'auteur non méditerranéenne], en dehors de la zone sismique, loin des grands centres de population, mais toutefois dans un district ayant une certaine tradition industrielle».

Ces conclusions furent reprises dans les documents ultérieurs du syndicat et utilisées pour construire la grille des questions envoyées aux pays membres pour leurs propositions de sites[39].

*Les propositions de sites (janvier 1957-juin 1957)*

Lors de sa réunion du 12 janvier 1957, le sous-groupe technique invita les pays intéressés à préciser l'emplacement qu'ils envisageaient, pour une usine de 50 t par an d'uranium naturel ou LEU, en tenant compte des contraintes exprimées par le rapport britannique pour une usine plus vaste, afin de permettre une extension ultérieure sur le même site. Lors de sa troisième session, le 22 janvier, le Syndicat d'études reprit les propositions du sous-groupe et fixa à la mi-février la fourniture «des indications préliminaires sur la situation et les caractéristiques des emplacements qu'ils envisagent». Le Secrétariat envoya en conséquence le 29 janvier 1957 une lettre aux gouvernements intéressés les invitant à répondre avant le 20 février. Ce délai apparut trop court, et une synthèse des réponses apportées par la Belgique, le Danemark, l'Allemagne, l'Italie, la Norvège et le Portugal, ainsi que par la Grande-Bretagne et la Conférence intergouvernementale pour le Marché Commun et l'Euratom ne put être mise à disposition des gouvernements que le 25 mars 1957 [40].

---

36 SEN/CHEM(56)3 du 27/10/1956.

37 Les trois pays manquant à l'appel furent l'Autriche, la Suisse et la Turquie.

38 SEN/CHEM/WD.1 du 23 /11/1956, annexé à SEN/CHEM(57)2 du 15/1/ 1957.

39 Voir par exemple SEN/Chem(57)4 du 15 mars 1957.

40 SEN/Chem(57)5. La France ayant tardé à répondre, Bertrand Goldschmidt fit savoir le 27 mars 1957 à Pierre Huet que, s'il était «possible de trouver sur la côte atlantique française des sites satisfaisant aux conditions techniques requises pour l'installation», les Français, dans la mesure où cela «représenterait un effort non négligeable en personnel comme en dépenses», ne souhaitaient «entreprendre une telle étude que si les principaux pays intéressés à la

Le Portugal renonçait dans une lettre du 16 février 1957, invoquant les problèmes d'approvisionnement en eau et la sismicité. La Grande-Bretagne et l'Allemagne, sans abandonner formellement, invoquaient les difficultés liées aux négociations avec les autorités locales.

Finalement quatre pays firent des offres précises, à des dates s'échelonnant entre le 15 mars et le 3 juin 1957. Dès le 15 mars la Belgique proposa dans une lettre de 10 pages trois sites, avec les estimations de coût correspondants, et le délégué belge auprès de l'OECE, A. De Baerdemaker, transmit cinq jours plus tard au Secrétariat du CDEN un livret de 14 pages intitulé *«Proposition belge pour le terrain d'une usine de traitement du combustible irradié»*, rédigé par Maurice D'Hondt et accompagné de cinq cartes.

Le Danemark répondit le 7 mars mais n'envoya de propositions détaillées sur trois sites que le 13 mai 1957. L'Italie, qui avait demandé des délais, soumit également trois emplacements. La Norvège enfin transmit le 3 juin deux offres.

Les documents fournis par les quatre pays furent regroupés le 4 juin 1957 dans un *«Rapport établi par le sous-groupe technique sur le choix d'un emplacement pour l'usine de traitement chimique»*[41] (Figures 18 à 20). Sur les onze sites offerts, six étaient directement côtiers. Ceux envisagés par la Belgique ne l'étaient pas .

L'Italie proposa un premier emplacement à Garessio, sur les derniers contreforts des Alpes, à 600 m d'altitude et à 20 km de la Riviera di Ponente ligure, à 30 km environ de la frontière française à vol d'oiseau. L'évacuation des déchets dans la mer aurait supposé le creusement d'une galerie de 6 km et la desserte de l'usine un raccordement ferroviaire de 35 km. Le second lieu choisi par l'Italie était côtier, dans la plaine de Maremme, à 14 km de Grossetto, en face de l'Ile de Montecristo, dans un endroit tourbeux et marécageux situé près de l'embouchure de l'Ombrone. Le dernier site italien envisagé était localisé sur la côte de la Sardaigne, près de l'embouchure de la Flumendosa, à 65 km au nord-est de Cagliari, dans les collines proches du village de rive droite, Villaputzu. «Les plages désertes sont idéales pour la dispersion des déchets liquides dans la mer à un prix très bas.»

Les motivations des choix italiens étaient la proximité d'industries chimiques ou minières dans les deux premiers cas et la participation à la politique d'aménagement régional dans le troisième. L'aménagement hydroélectrique du Flumendosa et sa régularisation étaient alors en cours.

La Norvège soumit deux localisations sur la côte Sud-Ouest, Midbrödöen et Lista, où les courants marins, tant le Gulf Stream que les courants de la Baltique, sont importants et où les vents dominants sont dirigés vers la mer . L'île rocheuse et déserte de Midbrödöen, qui se trouve à 10 km d'Egersund et à 75 km de Stavanger, aurait nécessité cependant la construction d'une conduite de 10 km pour l'approvisionnement en eau. Lista, à 7 km au Sud de Farsund, disposait d'un port naturel et d'équipements en béton.

Le Danemark présenta trois emplacements : deux étaient situés dans la presqu'île du Jutland, l'un sur la côte Nord, près de Hirtshals, au Nord-Ouest de Frederikshavn, l'autre sur la côte Est, près de Lille Vildmose, à 2 km au Nord-Ouest du petit port de Øster Hurup, face à la Suède et à 30 km au sud-est d'Ålborg. La troisième localisation se trouvait à l'Est de l'île de Seeland, sur la côte Nord de la presqu'île d'Asnaes, à 5 km par la route de la ville de Kalundborg et à 100 km de Copenhague. C'est ce dernier site que les autorités danoises recommandaient avec le plus d'empressement, en raison de la qualité de ses liaisons avec la capitale et avec le Centre de recherches nucléaires de Risø alors en construction. Le critère de choix était la proximité de la mer, mais pas pour des raisons de facilités d'évacuation des déchets. Le Danemark s'associait en effet «pleinement aux recommandations adoptées par les Etats-Unis selon lesquelles il faut éviter d'évacuer les déchets radioactifs dans la mer».

La Belgique, à laquelle se joignaient les Pays-Bas[42], proposa également trois sites, tous au Nord du pays, aucun n'étant côtier, mais tous trois ayant rapport avec la Société Hoboken (SGMH), le premier à Olen, en Campine, à 50 km à l'Est d'Anvers, le long du canal Meuse-Escaut, à proximité des usines de radium et d'uranium de la SGMH. Le second se trouvait à Mol, à proximité du Centre d'Etudes pour les Applications de l'Energie Nucléaire (CEAN), à 20 km environ à l'Est d'Olen, sur des terrains situés au Nord du CEAN et appartenant à la SGMH. Enfin était soumis un emplacement dans la banlieue Sud d'Anvers, le long de l'Escaut, à proximité des usines de Hoboken, berceau de la Société SGMH.

---

requises pour l'installation», les Français, dans la mesure où cela «représenterait un effort non négligeable en personnel comme en dépenses», ne souhaitaient «entreprendre une telle étude que si les principaux pays intéressés à la réalisation de cette entreprise commune émettaient le vœu que celle-ci soit localisée en France». Source : Lettre sans cote jointe au dossier SEN/Chem(57).

41 SEN/Chem(57)15, recueil de cartes.

42 Ibid. p.2 : «Les délégations du Bénélux ont fait connaître que si les propositions concernant la Belgique n'étaient pas retenues par le Syndicat d'études, elles pourraient souhaiter réexaminer l'opportunité de proposer un emplacement situé aux Pays-Bas sur la côte de la Mer du Nord.»

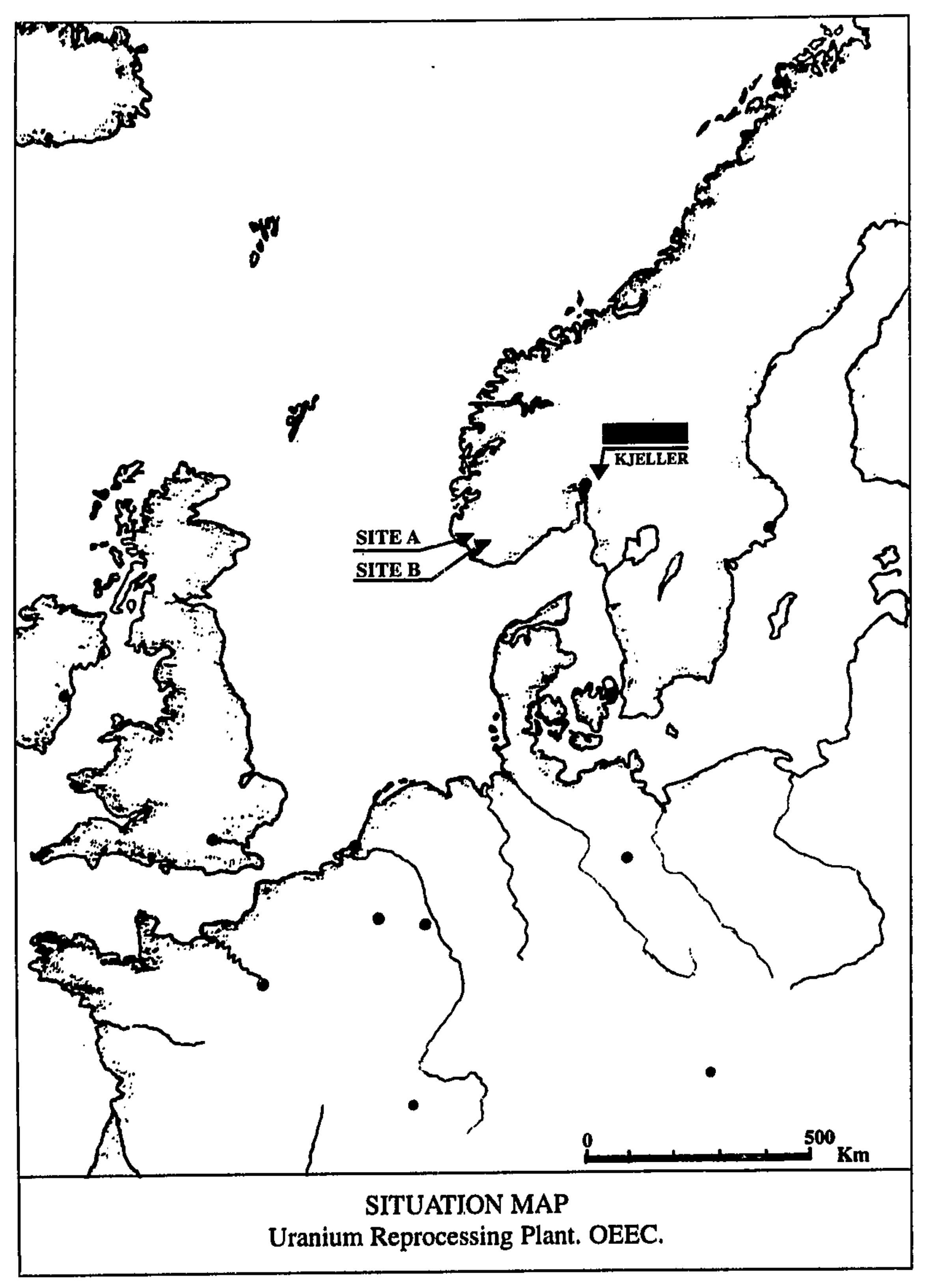



**Figure 18.** Les propositions de site de la Norvège.

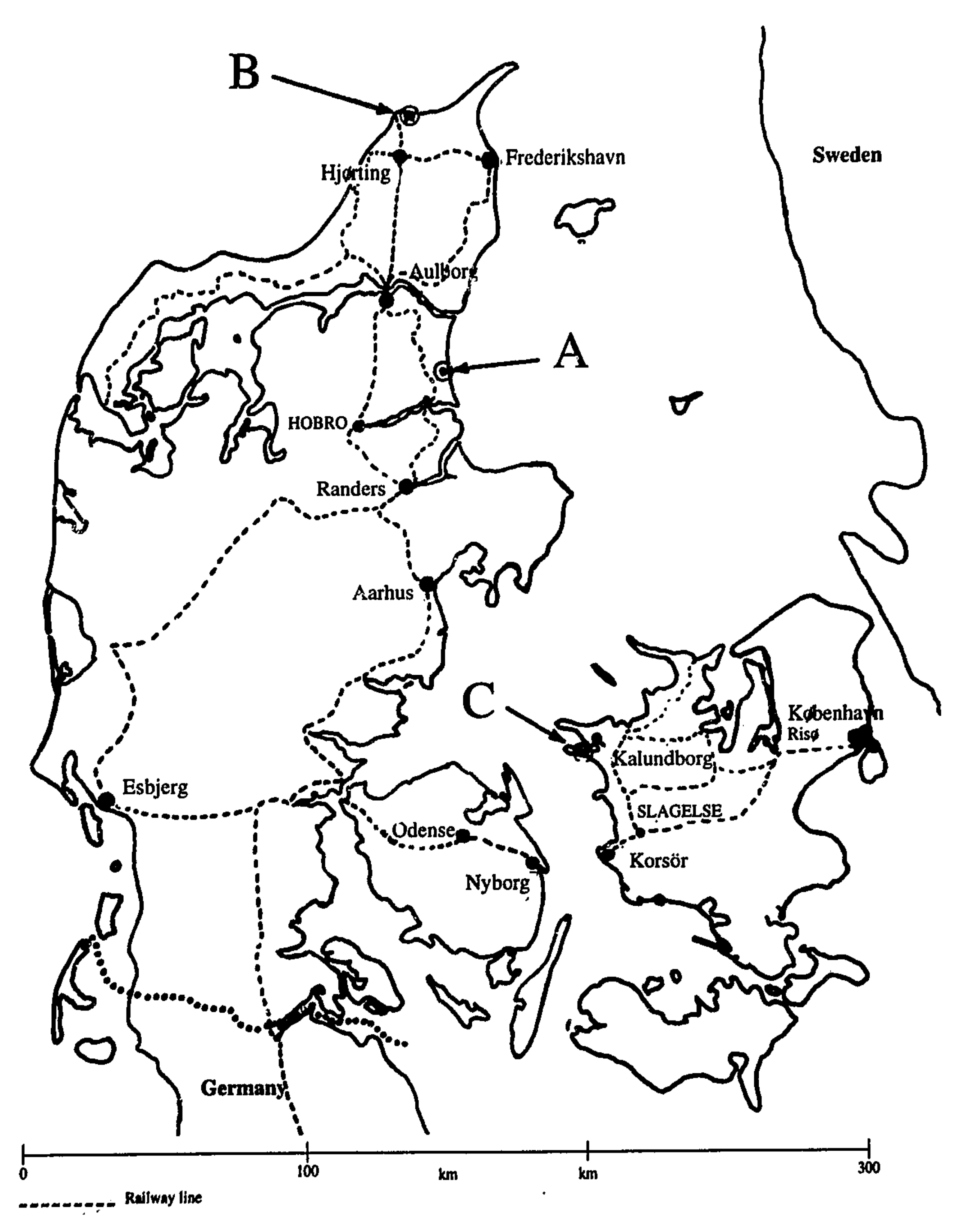



Figure 19. Les propositions de site du Danemark.

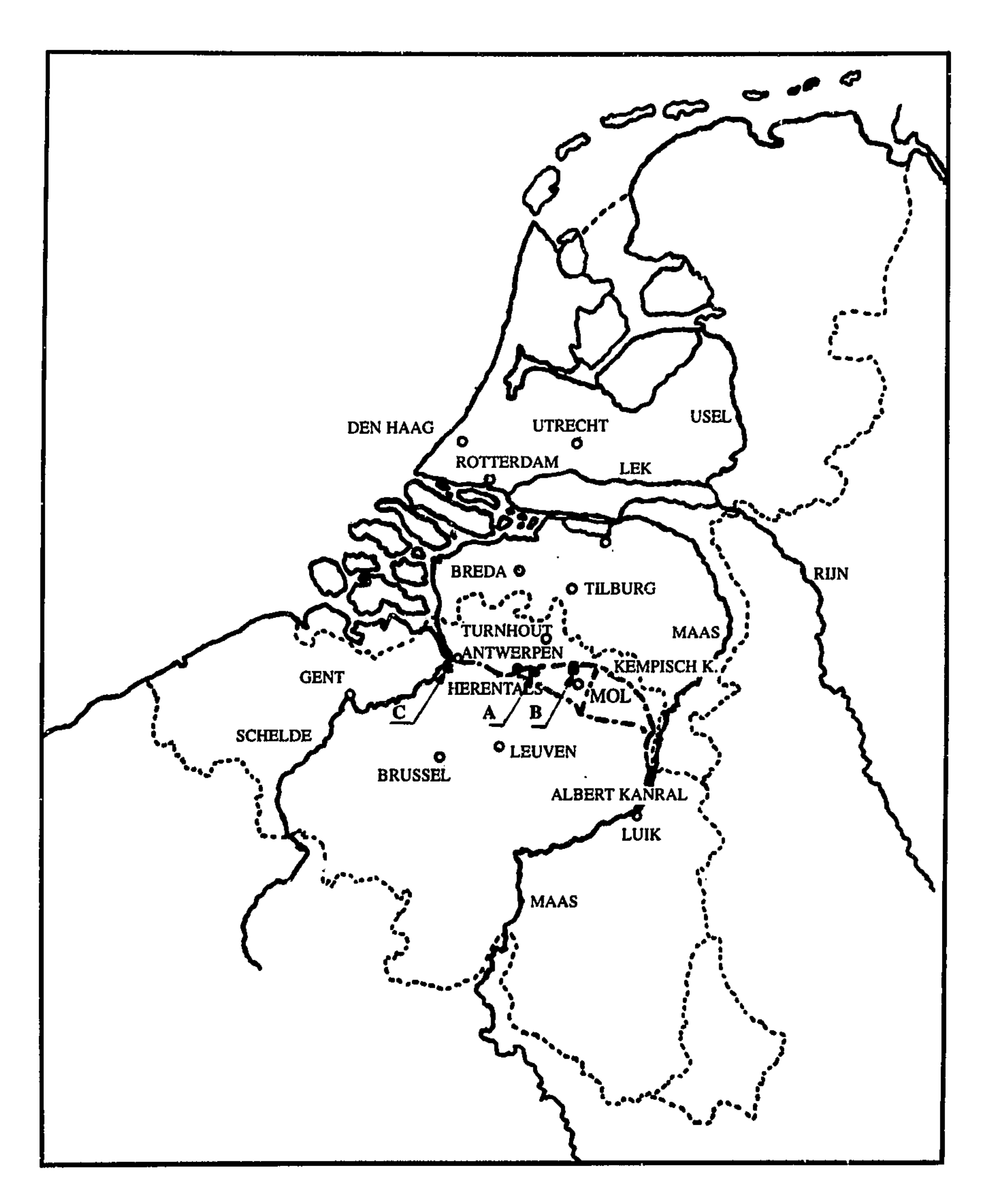



**Figure 20.** Les propositions de site de la Belgique.

*Le choix de Mol ou le primat du politique (janvier-juin 1957)*

L'exercice de la seule rationalité technique conduisait à exclure les sites belges

Dans son rapport du 4 juin 1957 le sous-groupe technique présentait l'analyse comparative faite des diverses propositions reçues, en se concentrant sur celles qui étaient désignées comme ayant la préférence des pays candidats, soit Mol en Belgique, Asnaes au Danemark, Garessio en Italie, Lista en Norvège. Il en ressortait que, «conformément à sa recommandation originale stipulant que l'emplacement choisi devrait pouvoir convenir non seulement pour une première usine pilote, mais également pour une future usine à grande échelle, le sous-groupe technique a estimé qu'il ne pouvait recommander aucune des propositions présentées par la Belgique ; ces propositions, en effet, n'offrent pas de garanties suffisantes au point de vue de la sécurité générale et [...] ne présentent pas d'avantages suffisants pour le traitement et l'évacuation des déchets à des conditions économiques». Après un examen des facteurs d'implantation, le sous-groupe dégagea les avantages et les inconvénients des offres de chaque pays. A la lecture de cette analyse il ressort que ce sont plutôt vers les propositions danoises, et en premier lieu Asnaes, que penchait techniquement le sous-groupe : «Les emplacements [danois] sont considérés comme favorables, au point de vue des facilités de transport. Les communications et les conditions de vie sont bonnes. Les points envisagés sont tous situés sur la côte et les risques en cas d'accident sont, de manière générale, inférieurs à ceux qui se présentent en Belgique. Le Danemark dispose des industries mécaniques et de la main-d'œuvre nécessaires pour la construction de l'usine. Les emplacements proposés ne paraissent présenter aucun inconvénient majeur. Le centre de recherches du Danemark n'est pas encore en plein fonctionnement, mais on pense qu'il disposera bientôt de réacteurs et de laboratoires de radiochimie»[43].

Le choix de Mol fut politique et passait par l'adaptation technique du projet

Dès le 15 mars 1957 [44] le Syndicat d'études reconnaissait les limites du travail technique qu'il effectuait : «Le Syndicat d'études estime qu'il sera très difficile de fonder le choix définitif de l'emplacement sur les seules conditions techniques, car nombre de pays semblent pouvoir offrir des emplacements tout à fait satisfaisants. Dans ces conditions, le Syndicat d'études préférerait, à cet égard, s'en tenir à recommander plusieurs emplacements possibles, laissant en principe l'ultime décision aux Gouvernements intéressés et à ceux qui, finalement, participeront à l'entreprise.»

Les archives accessibles sont discrètes sur le processus politique qui conduisit à Mol[45]. Certains indices, confirmés par les entretiens, conduisent à penser que la décision fut déterminée par la répartition des sites du futur Centre Commun de Recherche nucléaire entre les six membres d'Euratom. Il fallut cependant convaincre de la validité de ce choix les pays qui n'étaient pas parties au Traité de Rome.

Dès le 19 février 1957 en effet, Erich Pohland, en tant que président du Groupe d'études pour l'usine de traitement chimique de la Conférence intergouvernementale pour le Marché Commun et pour l'Euratom, informa le Secrétaire du CDEN qu'une réunion des Six avait eu lieu le 16 février et qu'avait été examinée «la situation existant à ce sujet. [...] Il est apparu à la suite de cet échange de vues que plusieurs des six pays offrent les conditions requises pour l'implantation d'une telle usine. Toutefois certains points d'ordre technique doivent encore faire l'objet d'un examen plus approfondi, que le groupe d'études des Six a été chargé de mener rapidement à bonne fin et dont le résultat vous sera prochainement communiqué.»

Il est probable que le choix fut fait par les Six entre le 15 mars, date de dépôt de la proposition belge, et la signature du Traité de Rome le 25 mars. Mais la Belgique dut batailler ferme et sut proposer des solutions financièrement très alléchantes pour emporter la décision. C'est ainsi que l'on peut interpréter la «contre-proposition D'Hondt» du 25 mars 1957, qui réduit le devis d'un projet d'usine de 50 t de capacité établi par Rudolf Rometsch le 10 février 1957 de 18,5 M$ à 10,373 M$ en suggérant que le traitement des déchets soit réalisé dans les installations du CEAN de Mol, le centre belge de recherches nucléaires jouxtant le terrain prévu alors pour l'usine[46].

[43] Ibid. p.8.

[44] SEN/Chem(57)4 § 72.

[45] Le Fonds d'archives «Comité et conférences intergouvernementaux», couvrant la période allant d'avril 1955 à janvier 1958 n'est pas soumis à la règle des trente ans édictée par la CEE car la Conférence est antérieure à la signature du Traité de Rome. Ce ne sont donc pas des archives communautaires et ses 84 boîtes sont classifiées. Cependant Michel Dumoulin y a exceptionnellement eu accès en 1985 et en donne une rapide description, cf. SERRA E. (1989), p. 195-210. Mais d'après Jean-Marie Palayret, archiviste à Florence (lettre à l'auteur en réponse à une demande de consultation), ces archives de se trouvent pas à Florence et ne sont pas accessibles pour le moment aux chercheurs. .

[46] L'usine devait ainsi être située du même côté du canal Meuse-Escaut que le CEAN, ce qui permettait aussi d'envisager l'utilisation du centre pour faire réaliser un certain nombre d'analyses.

L'Italie fut mise hors jeu pour des raisons techniques, tenant aux difficultés de main-d'œuvre et à éloignement des grands centres européens et peut être aussi parce que l'on prévoyait déjà l'européïsation du centre d'Ispra[47].

Le Danemark accepta plus difficilement le choix qui se profilait[48], ainsi que les autres petits pays n'appartenant pas à la CEE. Mais l'apport en savoir-faire technique et en capital prévisible, tant en ce qui concerne la France que l'Allemagne – on pense alors à une clé de répartition proportionnelle au PNB – rendait le poids des «Six»[49] prédominant, et, malgré l'impossibilité d'accéder aux Archives, on peut penser qu'ils firent leur affaire de ce choix.

Le rapport du sous-groupe technique est presque muet sur le clivage existant entre les Six et les autres mais fait état des positions de «certains membres du groupe». S'il se prononce en définitive en faveur d'une implantation à Mol, c'est au prix d'un déplacement des prémices techniques du projet, d'un renoncement à sa dimension industrielle et en fait de l'adoption d'une «variante» : il est difficile de «trouver un emplacement unique répondant aux nécessités particulières d'un centre de recherches et d'une usine pilote en même temps qu'aux besoins d'une usine à grande échelle de caractère industriel. Une usine de ce dernier type est plus favorablement située dans une région à population clairsemée, ce qui, en revanche, est défavorable pour les activités de recherche».

Le même raisonnement est tenu pour les déchets. En conséquence «les avantages que l'on voyait initialement dans le fait d'installer les deux usines sur le même emplacement ne sont plus tout à fait aussi clairs».

«L'usine pilote devrait par conséquent être construite sur l'emplacement le plus favorable sans tenir compte de la possibilité de construire ultérieurement une usine à grande échelle sur le même emplacement». Dans ce cas de figure, bâti on le voit sur mesure, et baptisé peu après «solution B»[50], Mol apparaît comme le meilleur emplacement.

Le choix de Mol, excluant la possibilité de construire une grande usine sur le même site, impliquait la réduction du projet à celui d'une usine-pilote. Les caractéristiques du site entraînèrent des contraintes très fortes en matière de sûreté et de contrôle des effluents liquides et gazeux. Aucune erreur n'était possible, non seulement pour la sauvegarde des populations avoisinantes, mais aussi parce que tout accident aurait été un «scandale international».

Ces impératifs, qui jouèrent un rôle dans le caractère pionnier de l'entreprise en matière de sûreté, furent cependant considérées comme un stimulant supplémentaire de l'esprit d'entreprise, comme un défi technique dont la nature est bien résumée par Rudolf Rometsch : «si on peut le faire à Mol, on pourra le faire partout»[51] (Figures 21 et 22).

Les pays non membres d'Euratom durent s'incliner devant le choix du site belge, qui présentait des avantages de coût considérables et se contenter d'espoirs pour l'avenir. L'abandon du projet d'usine extensible laissait en effet ouvert le choix d'un autre site pour une grande usine à construire ultérieurement, Eurochemic II, dont on ne doutait alors pas qu'elle se ferait, dans le contexte général d'euphorie nucléaire. La Norvège reçut l'assurance que les sites qu'elle avait proposés seraient envisagés avec bienveillance dans ce cas.

Les grandes options techniques devaient donc être adaptées aux contraintes d'un emplacement qui était loin d'être le meilleur techniquement. Il fallut aussi construire les structures juridiques d'une entreprise internationale de recherche et de production.

---

47 Cette possibilité pose cependant un problème de chronologie. Le Centre d'Ispra ne fut en effet européïsé qu'en vertu de l'Accord Euratom-Italie du 22 juillet 1959 et devint le principal établissement du Centre Commun de Recherche (CCR) de l'Euratom. La question est ici de savoir à quelle date on envisagea ce projet.

48 Lettre de H.H. Koch, Président du Comité Permanent de l'Atomenergikommissionen de Copenhague à P. Huet, en date du 16 avril 1957 : "I think that any special preoccupations Austria, Switzerland and Sweden might have, should be taken into account".

49 En fait les Cinq puisque le Luxembourg ne participait pas au projet.

50 Ainsi dans le 1er Rapport du CDEN, Annexe A «Propositions pour la construction d'une usine commune de traitement chimique des combustibles irradiés», pp.31 sq.

51 Entretien du 8 janvier 1992. Le succès de l'entreprise dans ce domaine permettait une approche rétrospective soulignant le caractère stimulant pour le technicien ("technically sweet") de ces contraintes, mais Rudolf Rometsch soulignait le poids de la responsabilité qu'il avait ressenti lorsqu'il était Directeur général de l'entreprise.

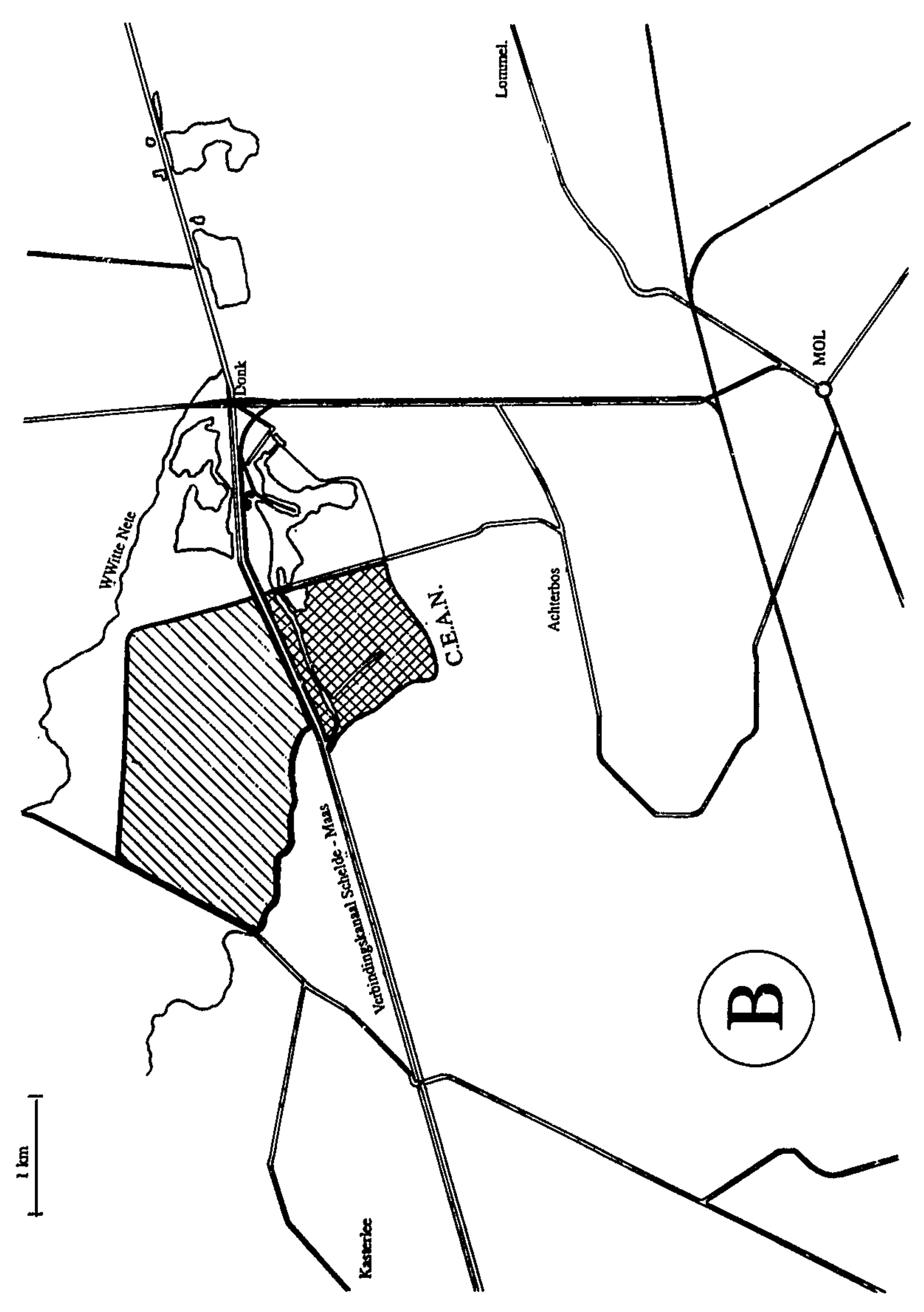



**Figure 21.** Le terrain proposé par la Belgique au Nord du CEAN.
(Source: SEN/CHEM (57) 15, recueil de cartes.)

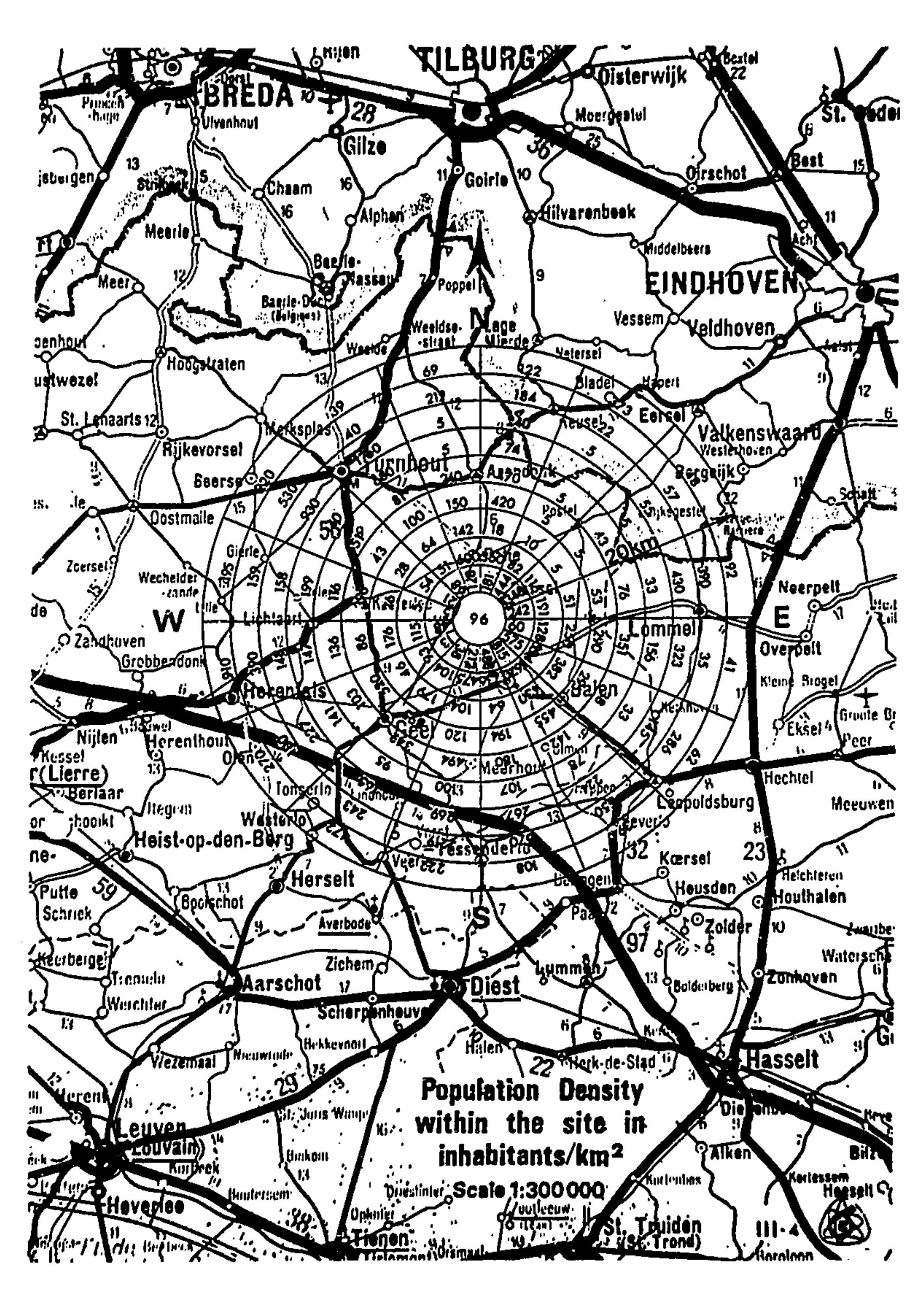



**Figure 22.** Densité de la population dans un rayon de 20 km autour du site. Les nombres indiquent la densité moyenne au km$^2$ à l'intérieur de la surface délimitée par deux rayons et deux segments de circonférence successifs. La carte montre également la proximité de grands centres urbains, comme Eindhoven ou Louvain. (Source : Safety Analysis (1965), Volume des figures, III-4.)

*L'option juridique – Une Société internationale par actions dont les Statuts sont annexés à une Convention internationale* [52]

*Une volonté d'innovation juridique – Le memorandum Huet du 29 février 1956*

Le 29 février 1956, le jour même où le Conseil créa le Comité Spécial de l'énergie nucléaire, Pierre Huet, alors conseiller juridique de l'Organisation, soumit au Conseil ministériel de l'OECE un memorandum sur les «problèmes administratifs et financiers relatifs à la création d'entreprises communes»[53] prévues par le Rapport Nicolaïdis. Ce document examine «un certain nombre de questions qui se posent lors de la création d'entreprises communes et rappelle les solutions qui ont déjà été adoptées dans des cas analogues».

Le memorandum aborde successivement cinq thèmes : le statut administratif, le régime financier, les privilèges et immunités, le contrôle gouvernemental, les relations avec les pays non participants. Il s'appuie sur des exemples d'institutions ou d'entreprises internationales exerçant des activités de caractère industriel ou commercial dans le domaine de la production, des transports, des travaux publics, du tourisme et de la banque, dont la création s'échelonne entre 1873 pour la Compagnie internationale des Wagons-Lits et 1955 pour la Société européenne pour le financement de matériel ferroviaire (EUROFIMA). Le texte examine ainsi les avantages et les inconvénients des différentes solutions institutionnelles pour la coopération internationale.

La première partie concernant le statut administratif permet de replacer le projet Eurochemic dans la généalogie institutionnelle de la coopération internationale.

A partir de la présentation faite par Pierre Huet en 1956 il est possible de construire deux arbres des choix, suivant d'abord une logique institutionnelle, puis une logique financière : Une des branches de l'arbre (Tableau 8a) n'est pas représentée par une institution existante, celle des Sociétés d'Economie mixte internationales (SEMI). Différentes dans leur esprit des Sociétés d'économie mixte françaises, où l'Etat possède la prééminence, ces SEMI associeraient de façon égalitaire sociétés privées et gouvernements. De la même manière l'arbre des types de financement (Tableau 8b) fait apparaître une formule de financement mixte qui n'a été expérimentée jusque là que dans le domaine financier. Suivant cette formule, les gouvernements commencent à souscrire et transfèrent ultérieurement leurs participations à des sociétés privées.

Les Statuts d'Eurochemic, qui sont ceux d'une SEMI, répondent aux exigences liées aux objectifs de l'entreprise, notamment ne pas conférer à l'Etat du siège des avantages financiers indus et ne pas ériger d'obstacles à l'exploitation commerciale prévue.

Le memorandum envisage pour les entreprises communes des privilèges, comme l'inviolabilité, l'immunité de juridiction, l'exterritorialité, des franchises fiscales. L'attribution de ces exceptions et leur étendue pour Eurochemic doivent faire l'objet de débats.

Les actes constitutifs énumérés dans le memorandum comprennent les Conventions privées, les Conventions diplomatiques entre les pays fondateurs ou avec le pays de l'Etat du siège ; le texte envisage également une procédure mixte, sous la forme d'un accord gouvernemental auquel serait annexée une convention commerciale.

Les principes posés dans le memorandum Huet furent largement suivis par le Groupe Juridique et par le Syndicat. C'est d'ailleurs Pierre Huet qui devait rédiger la première version de la Convention et des Statuts en avril 1957. La Convention, à laquelle furent annexés les Statuts, fut signée par les gouvernements, après avoir été légèrement enrichie, mais sans modification majeure, le 20 décembre 1957.

*Le rapport du Groupe de travail juridique de mars 1957* [54]

Le Groupe de travail juridique, présidé par un membre de la délégation permanente néerlandaise, Adriaan Van der Willingen, fut chargé en novembre 1956 d'élaborer les grandes lignes du régime administratif et

[52] Une édition des textes de la Convention et des Statuts prenant en compte les modifications intervenues ultérieurement est donnée en annexe 1.

Pour une analyse contemporaines de ces textes, voir surtout HUET P. (1958), pp.519-523; voir en outre la courte présentation qu'en a faite Erich Pohland lors de la Conférence de Stresa, du 11 au 14 mai 1959, in AEEN/OECE (1960), pp. 103-106. Une synthèse sur les problèmes juridiques soulevés par les deux premières années de fonctionnement est faite dans STROHL P. (1961). Pour une analyse critique rétrospective, voir BUSEKIST O. von (1980) et sa traduction (1982), notamment pp. 9 à 12.

[53] Le memorandum Huet est reproduit en annexe de HUET P. (1958), pp.524 sq.

[54] NE(57)12. Ses conclusions en ce qui concerne Eurochemic furent intégrées au rapport du Syndicat d'études du 26 mars 1957, NE(57)15, pp.26-27.

Tableau 8a. **Arbre des choix institutionnels.**

*Pas de création de nouvelle organisation*

- Fabrication de la fonte au bas-fourneau OECE 1951
- Régularisation du Rhin 1929

*Nouvelle organisation*

- Organisation intergouvernementale
  - BIRD 1944
  - Société Financière Internationale SFI 1955
- Etablissement public
  - Aéroport Bâle-Mulhouse 1949
- Société commerciale
  - sans contrôle gouvernemental
    - Compagnie internationale des Wagons-Lits 1873
    - Société ferroviaire internationale de transports frigorifiques 1949
    - Scandinavian Airlines System 1950
  - intermédiaire
    - Société à Economie mixte internationale (SEMI)
  - avec contrôle gouvernemental
    - BRI 1930
    - Eurofima OECE 1955

Tableau 8b. **Arbre des choix financiers.**

*Pas de création de fonds commun*

- Programme commun d'infrastructures de l'OTAN
- Fabrication de la fonte au bas-fourneau 1951

*Création d'un fonds commun*

- à financement public
  - par contribution des Etats membres
    - Agence Européenne de productivité de l'OECE 1953
    - Aéroport de Bâle-Mulhouse 1949
  - par perception d'impôts ou de redevances
    - CECA 1951
    - Commission européenne du Danube
- à financement mixte
  - BIRD 1944
  - SFI 1955
- à financement privé
  - BRI 1930
  - EUROFIMA 1955

financier des entreprises communes envisagées par l'OECE, et se concentra tout naturellement sur le projet réalisable dans le temps le plus court, c'est à dire celui de l'usine de retraitement. Il remit son rapport en mars 1957 et ses travaux servirent de base à la rédaction des textes constitutifs de l'entreprise le mois suivant.

Trois formules étaient retenues pour les entreprises communes : la création d'établissements publics internationaux, de concessions internationales, de sociétés internationales. Dans les trois cas était soulignée la nécessité de signer une convention diplomatique, donc soumise à ratification. Afin d'éviter les délais entraînés par cette procédure, le groupe suggérait un «traité-cadre», qui devait permettre ultérieurement d'établir des accords en forme simplifiée pour les projets particuliers.

En ce qui concernait la Société de retraitement, le groupe avait examiné les avantages et les inconvénients des trois formes juridiques possibles :

- Un organisme public international, dont la direction appartiendrait exclusivement aux gouvernements ou à des organismes publics nationaux. Une telle solution fut écartée car elle aurait exclu la participation privée en réservant toutes les responsabilités financières et économiques à des organismes publics. Or l'objectif de l'entreprise était, on l'a vu plus haut, de développer une véritable formule d'entreprise mixte ;
- Le scénario de la concession est directement inspiré du modèle américain, c'est-à-dire des relations entre l'USAEC et les compagnies privées concessionnaires de la plupart des établissements nucléaires lui appartenant. Dans ce cadre les gouvernements des pays participants auraient concédé la construction et l'exploitation de l'usine à un groupe industriel international, qui aurait été tenu de se conformer aux instructions des gouvernements. Mais le contrat de concession aurait créé une inégalité entre les organismes publics et les organismes privés. Là encore on était loin de créer l'osmose voulue entre les deux sphères du public et du privé ;
- La solution de la Société internationale par actions s'imposait donc, dans la mesure où, comme l'écrit Erich Pohland, «on désirait assurer la coopération la plus étroite entre les organismes publics et l'industrie privée au sein de l'entreprise elle-même»[55] et assurer l'égalité entre les représentants du secteur public et du secteur privé. Et l'auteur d'espérer que la prépondérance des organismes publics s'effacerait bientôt par cession des actifs détenus par les Etats ou les Agences nucléaires à des sociétés privées.

Mais cette prééminence de la logique privée est limitée par l'objet même de l'entreprise : «une société relevant entièrement du droit privé n'aurait pu convenir dans le cas présent. La coopération internationale pose toujours des problèmes particuliers, non seulement politiques, mais économiques. En outre, dans beaucoup de pays membres, l'Etat exerce une influence décisive sur l'organisation économique dans le secteur de l'énergie nucléaire. N'oublions pas d'ailleurs qu'une usine traitant un matériau d'une importance militaire aussi capitale que le plutonium nécessite une surveillance particulière de la part des Etats participants»[56].

Le choix de la forme d'une Société internationale par actions était donc motivé par la volonté d'associer «des gouvernements, des institutions publiques et semi-publiques, ainsi que des entreprises privées au financement et à la gestion de l'entreprise»[57].

L'entreprise, bien que de forme commerciale, devait être encadrée par un ensemble de dispositions constituant à la fois des limites et des privilèges par rapport au statut courant d'une firme privée.

Le Groupe de travail juridique se prononçait donc en mars 1957 en faveur de l'adoption de la forme de société internationale par actions, bien que certains membres – non précisés dans les documents – eussent exprimé leurs réticences sur la validité de ce choix pour une entreprise d'intérêt public et dont on pouvait prévoir la faible rentabilité dans les premières années de fonctionnement.

Les organes de la société seraient donc ceux des sociétés par actions ordinaires, avec une Assemblée générale, un Conseil d'administration et une Direction générale. Leurs pouvoirs de décision devraient cependant être limités à la gestion courante.

La politique générale devrait être en effet être définie en liaison avec un Comité intergouvernemental spécifique, sorte de «Conseil international de surveillance», pour reprendre l'expression employée par Otto von Busekist[58], le futur Groupe spécial Eurochemic dépendant du Comité de Direction de la future Agence européenne pour l'énergie nucléaire.

---

[55] AEEN/OECE (1960), p. 103.

[56] AEEN/OECE (1960), p. 104.

[57] NE(57)12§75.

[58] BUSEKIST O. von (1982), p. 4.

Le Syndicat proposait d'autre part que la constitution de l'entreprise se réalisât par la signature d'une convention diplomatique, à laquelle seraient annexés les statuts de l'entreprise. La négociation d'un accord particulier avec l'Etat du siège devait être éventuellement envisagée.

*La Convention et les Statuts du 20 décembre 1957*

Le premier projet de Convention préparé par le Secrétariat fut présenté au Syndicat d'études pour discussion lors de sa cinquième séance, tenue les 29 et 30 avril 1957 [59]. Le texte dans sa version définitive fut soumis au Comité de Direction en septembre 1957 [60] et signé par les douze Etats fondateurs le 20 décembre 1957 à Paris.

Une société internationale par actions

Le capital de la Société était de 20 M d'UC/UEP, divisé en 400 actions de 50 000 Unités de Compte de l'Union Européenne des Paiements (UC/UEP). La répartition initiale des actions était la suivante, classée par ordre décroissant de valeur :

Tableau 9. **Répartition initiale des actions**

| Actionnaire | Nombre d'actions | % sur 400 actions |
|---|---|---|
| Allemagne | 68 | 17,0 |
| CEA (France) | 68 | 17,0 |
| Belgique | 44 | 11,0 |
| CNRN (Italie) | 44 | 11,0 |
| AB Atomenergi (Suède) | 32 | 8,0 |
| Pays-Bas | 30 | 7,5 |
| Suisse | 30 | 7,5 |
| Danemark | 22 | 5,5 |
| Autriche | 20 | 5,0 |
| Norvège | 20 | 5,0 |
| Turquie | 16 | 4,0 |
| Portugal | 6 | 1,5 |

L'entrée en vigueur de cette Convention après ratification par des pays représentant au moins 80% du capital entraînait la création de la Société Eurochemic.

La logique du fonctionnement de la Société

L'existence d'Eurochemic est définie par deux textes juridiques de portée différente :

- Les Statuts règlent les rapports entre les associés en font une entreprise commerciale où est assurée l'égalité de traitement[61] entre les organismes qui y participent ou peuvent y participer, quelle que soit leur nature : gouvernements, établissements publics, société d'économie mixte, sociétés privées. La différence de représentativité au sein de l'Assemblée générale et du Conseil d'administration est fonction de l'importance du capital investi et non de privilèges normalement associés, dans le cadre national, à la puissance publique.

  De la même façon est assurée une non-discrimination entre les nationalités participantes. Ainsi est ouverte la possibilité sans contrainte pour un actionnaire de céder ses actions à tout organisme de même nationalité, dans la mesure où cela n'affecte pas l'équilibre international au sein de l'entreprise.
- La Convention crée la Société, lui donne un régime juridique de droit international et réglemente la nature spéciale de l'activité, tout en réservant l'intervention du Groupe Spécial aux questions de politique générale et aux relations entre pays participants, la gestion économique – i.e. scientifique et industrielle – devant se faire librement. Le Groupe Spécial dispose cependant d'un droit d'information et de contrôle, qui s'exprime par la remise du rapport annuel et par la nécessité pour le Conseil d'Administration et pour l'Assemblée générale de faire approuver certaines décisions par le Groupe Spécial. La tutelle peut aussi se traduire par la prise de décisions obligatoires pour la Société. Enfin il a la capacité d'émettre des recommandations aux gouvernements et à l'Etat du siège.

---

59 SEN/Chem(57)8 du 12 avril 1957 pour la Convention et SEN/Chem (57)9 du 13 avril 1957 pour les Statuts.

60 C(57)204 Annexe II B, reproduit dans CDEN(1958), pp.53 sq.

61 Cette égalité n'est cependant pas totale : en ce qui concerne la diffusion de l'information par exemple, les participants gouvernementaux peuvent la diffuser, mais pas les sociétés privées.

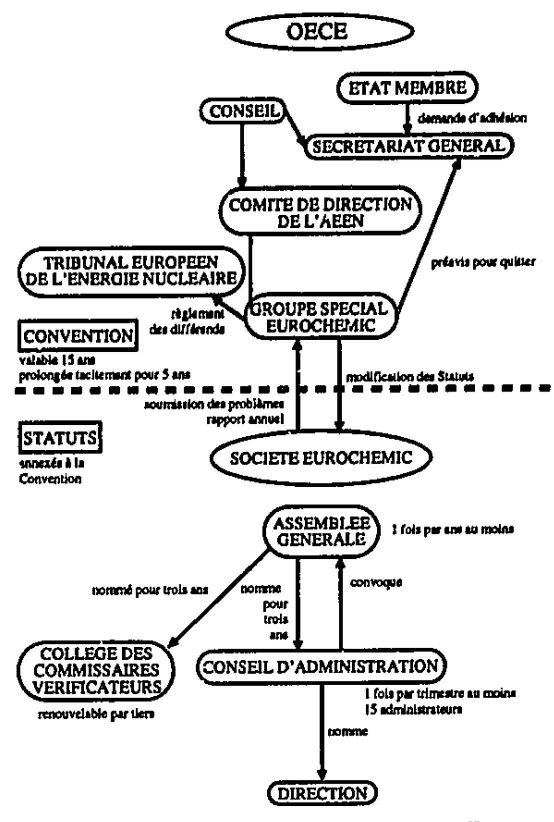



**Figure 23.** Les organes d'Eurochemic[62]

La Convention fait partiellement échapper la Société au droit de l'Etat du siège, en l'occurrence au droit belge[63]. Ce dernier s'applique cependant dans la plupart des actes de la gestion courante, correspondant à l'objet industriel ou commercial de l'entreprise ; la Société est également soumise aux règles du droit belge en ce qui concerne la sûreté[64]. Mais la Société dispose d'un certain nombre de privilèges qui «ont pour objet de garantir son indépendance contre les atteintes possibles de l'Etat du siège, d'empêcher que celui-ci ne la grève de charges particulières ou n'entrave son fonctionnement, de mettre tous les pays participants dans une situation de complète égalité et notamment d'éliminer les obstacles monétaires ou douaniers à ses opérations à l'intérieur du pays. Mais ces privilèges ont été limités pour éviter qu'ils ne constituent des avantages financiers risquant de fausser la concurrence normale»[65].

La dualité des textes (Convention/Statuts) permet aussi des adaptations des Statuts sans qu'il soit nécessaire de passer par une nouvelle négociation internationale supposant ratification, ce qui aurait pu être le cas si tout avait été inclus dans une Convention internationale. Une certaine souplesse est ainsi introduite.

Construction juridique innovante, appliquant à une expérience de collaboration internationale les principes keynésiens de collaboration égalitaire entre le «public» et le «privé», les textes fondateurs de la Société présentent cependant des silences ou des ellipses, qui se comprennent assez aisément par le contexte historique mais qui eurent des conséquences importantes sur l'avenir de la Société.

L'optimisme qui entoure alors toute entreprise nucléaire explique le mutisme des textes sur les sources de financement de la Société, en dehors du capital social, et sur les obligations de ses actionnaires, notamment pour la couverture des déficits d'exploitation. On envisageait alors l'expansion de l'activité de retraitement, dont la

---

62 Pour le détail de la composition et des attributions des organes de la Société, cf. le texte de la Convention et des Statuts en annexe. Il s'agit ici d'une simple présentation de l'économie générale des textes constitutifs de la Société.

63 Cette «subsidiarité du droit de l'Etat du siège» va entraîner le développement d'un droit interne de la Société, analysé dans STROHL P. (1961). Elle a des conséquences concrètes sur les relations sociales dans l'entreprise, sur le régime linguistique et sur le régime des contrats , cf. infra.

64 Il faut souligner à ce propos que la mise en place de cette législation est largement contemporaine de la construction de l'entreprise et qu'elle s'est faite en liaison avec les responsables d'Eurochemic (cf. 3e Partie, chap. premier).

65 HUET P. (1958), p.521.

rentabilité à terme ne faisait pas de doute. L'accent mis sur la nécessité de ne pas conférer d'avantage concurrentiel à la Société internationale le prouve, en particulier en ce qui concerne les contrats.

Cet enthousiasme explique aussi que l'organisation de la fin de l'expérience de collaboration internationale fixée en particulier par l'article 32 des Statuts, reste silencieuse sur le financement du démantèlement des installations et du conditionnement des déchets, se bornant à en envisager «le stockage et la surveillance». Or cette lacune devait devenir un des problèmes centraux dans la vie de l'entreprise, nécessitant donc de trouver des solutions en dehors du champ juridique défini par la Convention, en particulier dans la négociation de nouveaux textes ou la définition d'un nouveau droit coutumier, celui des obligations internationales en matière nucléaire[66].

L'année 1957 vit donc se mettre en place les grands cadres technique, géographique et juridique de la coopération européenne dans le retraitement. La signature de la Convention marquait le premier succès du projet, dont les étapes ont été suivies de l'intérieur, par l'examen des sources internes.

Or l'analyse effectuée ci-dessus pourrait faire oublier le rôle des facteurs externes dans la réussite du projet. Il faut replacer la réussite du projet dans le contexte occidental de la coopération technique au sein des activités du cycle du combustible, et la relier à l'échec du projet de européen de séparation isotopique.

**Réussite du Syndicat d'études pour l'usine de retraitement de l'OECE, échec du Groupe d'études sur la séparation isotopique – Un essai de mise en relation et d'explication [67]**

Le processus de création d'Eurochemic n'est pas à traiter seulement parallèlement à la construction de l'Euratom. Il est largement déterminé par elle et, inversement, joue un rôle non négligeable dans la réduction de l'action d'Euratom qui s'opère entre Messine en juin1955 et Rome en mars 1957, qui se marque par l'abandon du projet commun de construction dans ce cadre d'une usine de séparation isotopique, un des facteurs fondamentaux expliquant l'engagement français dans Euratom.

***La France et le problème de l'usine de séparation isotopique (1952-1956)***

*Utilité militaire et civile d'une usine d'enrichissement*

La séparation isotopique permet l'enrichissement de l'uranium en isotope fissile 235. A la fin des années cinquante le seul procédé utilisé à l'échelle industrielle, aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne, est celui de la diffusion gazeuse. Des travaux de laboratoire explorent d'autres voies comme l'ultracentrifugation ou la séparation par turbine[68]. La séparation isotopique par diffusion gazeuse est donc la voie obligée pour la fabrication de la bombe à uranium 235 [69] et pour celle du combustible à uranium enrichi nécessaire au fonctionnement des réacteurs les plus compacts, réacteurs d'essai des matériaux à combustible hautement enrichi ou réacteurs à eau ordinaire, notamment ceux employés dans les sous-marins[70].

*La France et la coopération obligée – L'échec des tentatives bilatérales*

La maîtrise technique de l'enrichissement apparut au début des années cinquante comme indispensable à la France, désireuse de couvrir elle-même l'ensemble de ses besoins civils ou militaires. Dès 1952 la France envisageait ainsi de se doter, dans le cadre du premier plan quinquennal nucléaire, d'une usine semblable à celles que possédaient déjà les Etats-Unis à Oak Ridge dans le Tennessee et à Paducah dans le Kentucky et qu'étaient

---

66 Cf. en particulier la 4e Partie, chaps. premier et 2.

67 En raison de l'impossibilité d'accéder aux archives de la Conférence intergouvernementale de Bruxelles, la partie suivante s'appuie essentiellement sur les ouvrages suivants : MELANDRI P. (1975), SCHEINMAN L. (1965) et (1967), WEILEMANN P. (1983), DAVIET J.P.(1993) ainsi que sur SEN/56/24, un document de l'OECE reproduisant un texte de la Conférence.

68 La séparation par tuyère (Trenndüsenverfahren) ou procédé Becker avait été mise au point en laboratoire par Erwin W. Becker, à Marburg, puis à Karlsruhe. Dans ce procédé, un mélange d'hexafluorure d'uranium et d'hélium ou d'hydrogène traverse sous pression à grande vitesse une tuyère, au sortir de laquelle le jet de gaz est infléchi à 180°. Le procédé n' a pas connu d'application industrielle. Cf. WINNACKER K., WIRTZ K. (1977), p. 237-238, et MÜLLER W.D. (1990) p. 505-506.

69 On aurait aussi pu envisager de construire une bombe à uranium 233, que l'on pouvait produire en le séparant chimiquement du thorium irradié. Le retraitement des HEU permet aussi de se procurer de l'uranium 235, mais il faut disposer de combustible HEU, donc d'une usine d'enrichissement ou d'un accès à cet uranium.

70 L'enrichissement à 3% permet de fabriquer du combustible pour REP, à 20% de propulser des navires, à 90% de fabriquer la bombe.

en train de construire les Britanniques à Capenhurst. Les études furent confiées au Service des poudres de l'Armée.

Il apparut cependant rapidement que le coût d'une telle usine serait extrêmement élevé, tant en investissement qu'en fonctionnement. Il fallut se résoudre à une coopération internationale. Lorsque fut prise la «non-décision» de fabriquer la bombe en 1955 [71], il apparut nécessaire à la France de s'associer à d'autres pays pour construire une usine mixte. Des ouvertures avaient été faites dès 1954 en direction des Britanniques, qui venaient de mettre en service Capenhurst. Mais en février 1955 [72] ceux-ci refusèrent de donner suite au projet en invoquant les accords de Québec de 1943 et l'opposition américaine.

*Le lancement d'une tentative multilatérale – De Messine au Rapport intérimaire Spaak (juin 1955-1956)*

La «relance de Messine» en juin 1955 permit aux Français d'envisager une collaboration européenne, plus large que celle à laquelle ils avaient d'abord songé. Le refus britannique les avait en effet amené à sonder les Allemands pour une éventuelle participation. Le double projet de Communauté européenne de l'Energie atomique et de Communauté économique européenne avait été conçu par Jean Monnet pour attirer les deux principales puissances du continent. Peter Weilemann[73] a bien montré comment, au début des négociations, la France est plus alléchée par la coopération nucléaire et par la possibilité de réaliser en commun une usine de séparation isotopique, et accessoirement de coopérer dans ce cadre sur d'autres projets nucléaires, qu'elle ne l'est par la création d'un marché commun. La situation est inverse pour l'Allemagne. Dans la négociation en un seul paquet ("package deal" [74]) aboutissant au Traité de Rome, chaque partie fut amenée à accepter ce qui intéressait le plus son partenaire[75].

Au sein de la Conférence intergouvernementale qui se réunit à Bruxelles à partir du 9 juillet 1955 fut constitué un Groupe d'études chargé d'examiner les problèmes liés à la construction de cette usine. Le Groupe d'études remit son premier rapport le 14 janvier 1956 [76]. Il estimait le coût d'une usine d'une capacité de 300 t/an à 55 M $, d'une usine de 500 t à 80 M $ et d'une usine de 1000 t à 160 M $. Il évaluait la capacité électrique nécessaire pour faire face aux besoins en énergie de l'usine dans ces différents cas de figures à 120, 200 ou 400 MWe. Le prix de revient du gramme supplémentaire d'U235 fabriqué par l'usine européenne, calculé en fonction du taux d'enrichissement par rapport au taux naturel de 0,7%, devait s'établir comme suit : 30$ pour un doublement (1,4%), 35$ pour un quadruplement (2,8%), 50$ pour une augmentation d'un facteur 30 (soit 21% d'U235). La construction de l'usine demanderait au moins 5 ans.

Les conclusions du Groupe d'études furent reprises dans le rapport intérimaire Spaak rendu public le 11 février 1956, qui se prononçait en faveur de la réalisation du projet et confiait le travail préparatoire à un Syndicat d'études dirigé par Bertrand Goldschmidt.

***Le torpillage du projet d'usine européenne de séparation isotopique – La pression commerciale américaine (1956-1957)***

*Le «plan Marshall» nucléaire*

Dix jours après la publication du rapport Spaak, soit le 26 février 1956, les Etats-Unis offrirent de vendre aux Européens 20 tonnes d'uranium enrichi.

L'interprétation de cette proposition fut variée. Les Britanniques la saluèrent comme un «second plan Marshall». On y voyait l'expression de la politique de «la porte ouverte» américaine, une offre généreuse de coopération à l'essor nucléaire européen prolongeant l'esprit de Genève[77].

Sans doute était-ce aussi un moyen d'assurer des débouchés à la production des trois usines d'enrichissement désormais en exploitation aux Etats-Unis, avec l'inauguration de celle de Portsmouth, ou bien

[71] COHEN S. (1988) défend la thèse d'une décision collective et diluée. MONGIN D. (1993) montre que de véritables décisions secrètes furent prises, notamment par Pierre Mendès-France, mais qu'elles furent par la suite niées par leurs auteurs pour des raisons d'opportunité politique.

[72] D'après BROMBERGER M. et S. (1968), p.185.

[73] Op. cit. Lire aussi MONNET J. (1976), p. 619-620, et GUILLEN P. (1985).

[74] SCHEINMAN (1967) sur Euratom.

[75] Mais Euratom n'a plus le même intérêt pour les Français entre le moment de la rédaction du traité et sa signature, a fortiori après l'arrivée au pouvoir de Charles de Gaulle.

[76] Ce rapport servira de base de travail pour le Groupe de travail n°1 de l'OECE, et est reproduit sous la cote OECE SEN/56/24.

[77] Celui de la Conférence d'août 1955.

encore une aide au choix des réacteurs à uranium enrichi, de technologie américaine, et pour lesquels il n'existait pas de débouché intérieur en raison du prix très bas des énergies fossiles aux Etats-Unis.

La coïncidence des dates fait pour le moins penser à une pression pour empêcher l'aboutissement du projet de séparation isotopique.Une pression de ce type avait déjà été exercée à petite échelle pour l'eau lourde suisse pendant l'été 1955[78].

La firme Reaktor AG, dont BBC était chef de file, avait en effet signé un contrat pour la construction d'installations d'eau lourde destinées à alimenter le réacteur DIORIT sur la base de 1 FS le gramme, avec deux firmes chimiques suisses, associées avec Sulzer et les Ateliers de construction Oerlikon. Il s'agissait à terme de doter le pays d'une industrie nationale d'eau lourde.

Les Etats-Unis proposèrent pendant l'été de 1955 à Reaktor AG de lui fournir autant d'eau lourde qu'elle voudrait à 30 centimes le gramme. L'acceptation de cette proposition entraîna la dénonciation des contrats et, d'après Peter Hug, rendit désormais toute coopération impossible entre BBC et Sulzer. Ultérieurement Sulzer se fit le champion du réacteur national de Lucens, dans le canton de Vaud, qui fut un échec[79], alors que BBC s'associait avec Westinghouse et General Electric pour les centrales de Beznau et Mühleberg.

D'après Pierre Mélandri le projet Euratom dans son ensemble avait suscité l'opposition des Britanniques jusqu'en février 1956[80]. La cause principale était l'hostilité à l'accession de la France à l'arme atomique. Après cette date l'opposition cesse. Le rapprochement de ces deux faits permet-il de conclure que les Etats-Unis ont promis aux Britanniques que l'usine ne se ferait pas? Assurément la sûreté d'approvisionnement et la mise à disposition immédiate de combustible enrichi ôtaient tout intérêt aux pays ayant des besoins civils. De plus le prix offert pour un enrichissement à 20%, 25$ par gramme supplémentaire, était dissuasif pour les projets européens, qui prévoyaient un prix de 50$ pour un enrichissement à 21%, dans un délai d'au moins 5 années.

*L'agonie du projet européen*

Pourtant le Groupe d'Etudes n'abandonna pas immédiatement le projet. Il remit son premier rapport en septembre 1956, le mois même où fut fondé le Syndicat d'études Eurochemic.

On peut se demander dans quelle mesure ce dernier n'a pas pu être utilisé comme contre-feu au projet d'Euratom[81], ce qui expliquerait, d'abord l'appui des Britanniques, puis leur abandon, puisqu'ils participèrent au Syndicat d'études sans adhérer à la Convention.

Toujours est-il que le 17 novembre 1956 l'estocade est portée : les Etats-Unis offrirent en effet désormais aux Européens l'uranium enrichi sans limitation de quantité au prix de 16 $ le gramme supplémentaire dans un combustible à 20%.

En mai 1957 le «Rapport des Trois Sages»[82] ne fait plus paraître la construction de l'usine isotopique comme une priorité[83].

Le Syndicat d'études dirigé par Bertrand Goldschmidt remit son rapport le 17 mai 1957. Il ne concluait pas et faisait apparaître le clivage technique existant entre les Français et les Allemands[84].

Les premiers optaient pour le procédé éprouvé de séparation par membranes qui permettait de commencer rapidement les travaux, les seconds voulaient développer en commun la technique alors expérimentale d' Erwin Becker et n'étaient donc désormais pas pressés d'aboutir au niveau industriel, rassurés qu'ils étaient par les possibilités commerciales d'approvisionnement en uranium enrichi.

---

78 HUG P. (1991) p. 343.

79 Et plus exactement un double échec: la filière suisse des réacteurs à eau lourde et tubes de force était abandonnée lorsque le réacteur entra en début d'exploitation; l'accident de janvier 1969 endommagea tant l'installation qu'il fallut renoncer à la remettre en état.

80 Op. cit. p.82

81 Peter Weilemann considère que la Grande-Bretagne a fortement appuyé les projets OECE pour saper les projets des Six. Dans cette perspective, et compte tenu du fait qu'en définitive la Grande-Bretagne n'a pas été actionnaire de la Société, la participation britannique initiale peut apparaître comme seulement tactique.

82 Louis Armand, Frantz Etzel et Francesco Giordani.

83 D'après Peter Weilemann l'abandon de cette priorité par les Trois Sages serait à mettre en relation directe avec leur voyage aux Etats-Unis, en particulier leur visite à Oak Ridge. On peut penser que les assurances d'approvisionnement commercial en uranium enrichi jouèrent aussi leur rôle.

84 Pour plus de détails, voir WEILEMANN P. (1983), p.165.

*L'ultime tentative française des années cinquante, une coopération militaire avec l'Allemagne et l'Italie (1957-1958)*

La France dut à nouveau se replier sur une solution nationale. Le second plan quinquennal nucléaire de juillet 1957 débloquait une première tranche de 25 milliards de francs pour la construction d'une future usine nationale d'une capacité de 300 tonnes. Ce devait être Pierrelatte[85].

Le coût prévisible de l'usine, évalué à 140 M $ au début de 1958, qui dépassait le budget annuel total du CEA pour 1957, conduisit encore à une tentative d'en internationaliser le financement, dans un cadre cette fois militaire et trilatéral[86].

Le 28 novembre 1957 était en effet signé un accord tripartite de coopération sur les applications militaires de l'énergie atomique entre les ministres de la défense français, italien et allemand, qui englobait la question de la séparation isotopique[87]. Le 8 avril 1958 les trois ministres de la défense, le Français Jacques Chaban-Delmas, l'Allemand Franz-Joseph Strauß et l'Italien Paolo Emilio Taviani adoptaient un «protocole de Rome» qui avait pour but la création d'une sorte de communauté stratégique et nucléaire entre les trois pays et qui précisait, entre autres dispositions, les modalités d'un financement commun pour l'usine de Pierrelatte. L'investissement prévu, 140 M $, devait être supporté dans une égale proportion de 45% par la France et par l'Allemagne[88], la part italienne étant de 10%.

Mais la chute du gouvernement Gaillard le 15 avril 1958 et la mise en place de la V^e^ République par Charles de Gaulle allaient mettre fin à ce projet de coopération militaire. Pierrelatte fut donc construite avec des crédits militaires exclusivement français, et l'usine française de séparation isotopique devait couler son premier kilogramme d'uranium hautement enrichi le 7 avril 1967.

Le projet d'une usine européenne de séparation isotopique civile ne devait être relancé qu'au début des années soixante-dix lorsqu'il devint clair que la filière des réacteurs à eau ordinaire et à combustible oxyde légèrement enrichi s'imposerait en Europe. En mars 1970 le projet URENCO réunissait le Royaume-Uni, les Pays-Bas et l'Allemagne (dits «la troïka»). En février 1972 le projet EURODIF rassemblait 8 pays, dont les membres de la troïka, qui abandonnèrent le projet en 1973, la France, la Belgique, l'Italie, l'Espagne, la Suède. En définitive trois usines européennes concurrentes furent construites, URENCO Capenhurst et Almelo par la troïka puis EURODIF à Pierrelatte en 1979. Elles se basaient sur deux procédés concurrents, l'ultracentrifugation pour le premier, la diffusion gazeuse pour le second[89].

*Les Etats-Unis, Euratom et Eurochemic après 1957 – Une coopération exemplaire*

Le soutien ultérieur sans faille des Etats-Unis à une Communauté Européenne de l'Energie Atomique désormais dépourvue d'usine de séparation isotopique[90] et à l'usine de retraitement Eurochemic prend donc un nouvel éclairage.

Il faut expliquer pourquoi les Etats-Unis ont appuyé le projet Eurochemic et non le projet de retraitement à Six. Une réponse simple pourrait être que le projet Eurochemic était soutenu tant par l'OECE que par les Six et qu'il correspondait aux vues américaines concernant le contrôle des activités susceptibles d'implications

---

[85] Sur Pierrelatte, voir DAVIET J.P. (1993), pp. 181-207.

[86] G.H. SOUTOU (1993), p.13 et MONGIN D. (1993), p. 20. Sur les aspects militaires de la coopération européenne pendant cette période, qui ne sont pas au centre de l'histoire d'Eurochemic mais qui l'intègrent dans un ensemble plus vaste, voir les trois articles issus d'un colloque du GREPHAN dirigé par Maurice Vaïsse et publiés dans la *Revue d'Histoire diplomatique,* 1-2, 1990, BARBIER C. (1990), CONZE E. (1990), NUTI L. (1990); VAÏSSE M. (1990) pour l'introduction aux trois articles.

[87] Dominique Mongin, op. cit. p. 20, rappelle finement que si l'Allemagne a le 2 octobre 1954 renoncé à fabriquer l'arme atomique en préalable à la création de l'UEO, elle garde la possibilité de la posséder à condition qu'elle soit fabriquée à l'étranger. Dans ces conditions la participation à une usine de séparation isotopique militaire peut s'expliquer. Du côté français l'énormité de la somme à engager a constitué un puissant stimulant pour la recherche de partenaires.

[88] Walter Kaiser, dans BRAUN H.J., KAISER W. (1992), p. 294 donne une autre explication à l'échec, vue d'Allemagne. Pour lui le projet était clairement dirigé contre les Etats-Unis, et les Allemands craignaient de ne jouer qu'un rôle de financeur. ("Die vermutete einseitige Rolle der BRD als Geldgeber").

[89] Sur les modalités de la coopération européenne dans URENCO, cf. 5^e^ Partie, chap. 2.

[90] C'est-à-dire de ce qui faisait son intérêt pour les Français. L'attitude très agressive de la France dans les débuts d'Euratom peut ainsi apparaître non seulement comme l'expression des positions gaullistes, mais comme celle d'une profonde déception face à l'amputation du projet initial. Pour Michel Debré, Euratom n'est que le «cheval de Troie» des Etats-Unis.

proliférantes. Dans ce cadre une coopération à douze apparaissait comme plus avantageuse qu'une coopération à six.

De façon un peu plus complexe on peut aussi penser que les Etats-Unis ont approuvé des projets européens qui étaient pour eux intéressants pour la recherche et le développement mais qui, dans un avenir immédiat ou très proche, ne risquaient pas de les concurrencer commercialement. Ils offraient bien au contraire des possibilités de fourniture[91]. De plus, grâce aux liens de coopération qui s'institutionnalisèrent dès 1958 par un programme d'assistance USAEC-Eurochemic, l'entreprise de Mol allait devenir pour les Américains une des sources d'information sur les techniques du retraitement. De surcroît le contrôle mutuel exercé dans une entreprise internationale était de nature à les rassurer quant aux dangers de prolifération. L'avancée des travaux du Syndicat va ainsi de pair avec celles des négociations sur l'AIEA.

Le succès du projet de retraitement européen en fait donc plus qu'un simple pendant à l'échec de celui de l'usine européenne de séparation isotopique. Mais Eurochemic peut aussi apparaître comme une compensation à l'hostilité au projet isotopique, dans un cadre élargi par rapport aux membres actifs d'Euratom, mais les englobant tous. Ce fait expliquerait alors que la coopération britannique fut également pleine et entière dans la phase menant à la Convention, mais qu'elle ne déboucha pas sur la participation active au projet. Cette défection affecta quelque peu les membres du Syndicat et ne fut pas sans créer une amertume certaine envers l'UKAEA.

En définitive, si Eurochemic voit le jour, c'est bien sûr parce que les acteurs directs en ont eu la volonté. C'est aussi parce que l'usine de séparation isotopique ne devait pas se faire.

La coopération européenne dans les parties amont et aval du cycle du combustible se limita donc pendant près de quinze années au retraitement à Eurochemic, jusqu'à l'aboutissement d'URENCO puis d'EURODIF.

La signature de la Convention du 20 décembre 1957 scellait donc la coopération précoce de douze pays européens dans un domaine qui apparaissait comme prometteur ; elle marqua dans l'histoire de la Société le début de la «période intérimaire».

---

[91] De combustibles, sous réserve des contrôles, ou encore d'appareillages.

*Chronologie de la première partie*

**Des origines au 20 décembre 1957** [1]

*Italique: repères généraux, histoire générale nucléaire.*
Standard: Histoire nucléaire belge.
**Gras: OECE ou OCDE et Eurochemic.**

**1789-1914**

*24 septembre 1789:* *dans une communication devant l'Académie prussienne des Sciences à Berlin, Martin Heinrich Klaproth annonce la découverte d'un élément nouveau, qu'il baptise uranium en l'honneur de Herschel, l'astronome qui découvrit en 1781 la planète Uranus. Il s'agissait en fait d'un oxyde ($U_3O_8$), contenu dans du minerai provenant des mines d'argent de Sankt Joachimsthal, en Bohème.*

*1841:* *le Français Eugène Melchior Peligot isole l'uranium par réduction de tétrachlorure par du potassium.*
*Au XIX[e] siècle l'uranium est utilisé comme colorant dans l'industrie de la céramique, la verrerie et les émaux.*

*24 février 1896:* *Antoine Henri Becquerel découvre la radioactivité naturelle.*

*1898:* *Pierre et Marie Curie découvrent le radium.*

10 avril 1915: un prospecteur de Union Minière du Haut-Katanga (UMHK) découvre le gisement uranifère de Shinkolobwe au Congo belge.

**Entre-deux-guerres**

1921: le gisement de Shinkolobwe est mis en exploitation. Le minerai est envoyé en Belgique pour extraction du radium.

1922: la société Le Radium belge, filiale de l'UMHK, entre en production à Olen. L'uranium, considéré comme un déchet de l'extraction du radium, est accumulé.

*1934:* *Frédéric Joliot et Irène Curie découvrent la radioactivité artificielle.*

*janvier 1939:* *Otto Frisch donne la preuve physique de la fission nucléaire.*

*mai 1939:* *accord entre l'UMHK et la CNRS française pour la fourniture de 5t de dioxyde d'uranium pour la construction d'un réacteur.*

*été 1939:* *suspension des publications scientifiques portant sur le nucléaire.*

**Seconde guerre mondiale**

**1939-1940**

septembre 1939: création d'une filiale de l'UMHK à New York, African Metals, où sont transférés les 180g de radium disponibles en Belgique. En octobre 1940 les stocks congolais de minerai sont transférés aux Etats-Unis.

---

[1] Sources principales des chronologies: Archives Eurochemic, AtW (1956 à 1994), EN (1957 à 1974), RGN (1975 à 1994), GOLDSCHMIDT B. (1962,1967), LECLERCQ J. (1986), UKAEA (1984), VANDERLINDENJ. dir (1994), WINNACKER K., WIRTZ K. (1975).

| | |
|---|---|
| *avril 1940:* | *création en Grande-Bretagne du Maud Committee.* |
| *hiver 1940-1941:* | *première production de plutonium 239 dans le laboratoire de Berkeley.* |

**1941**

| | |
|---|---|
| *décembre 1941:* | *début du projet du "Manhattan Engineering District" ayant pour but la fabrication d'une arme utilisant les propriétés de la fission.* |

**1942**

| | |
|---|---|
| *1942:* | *premiers contrats commerciaux entre African Metals et le projet Manhattan, portant sur 3839 t d'oxyde d'uranium $U_3O_8$, contenus dans 30 000 t de minerai belge. D'autres suivent jusqu'en 1944.* |
| *printemps 1942:* | *fixation des deux objectifs pour le "Metallurgical Project" de l'Université de Chicago, dans le cadre du projet Manhattan. Le premier a pour but d'établir si une réaction en chaîne est possible dans une pile à uranium naturel. Le second vise la mise au point d'une méthode chimique d'extraction du plutonium.* |
| *novembre 1942:* | *décision d'installation à Clinton, près d'Oak Ridge, d'une pile productrice de 100g de plutonium par jour (X10) et d'une installation adjacente d'extraction, le «pilote de Clinton», première installation de retraitement des combustibles irradiés.* |
| *2 décembre1942:* | *première réaction en chaîne dans la pile construite par Enrico Fermi à Chicago.* |

**1943**

| | |
|---|---|
| *19 août 1943:* | *Accords de Québec entre les Etats-Unis et la Grande-Bretagne.* |
| *10 octobre 1943:* | *début de la construction à Hanford des trois usines de retraitement destinées à la production industrielle de plutonium.* |
| *fin décembre 1943:* | *le pilote de Clinton extrait le premier plutonium du combustible de la pile X10 .* |

**1944**

| | |
|---|---|
| *8 janvier 1944:* | *les plans de la première usine de retraitement de Hanford sont définitivement établis.* |
| 26 septembre 1944: | un "Memorandum of understanding" assure aux anglo-américains l'exclusivité de la livraison d'uranium belge. |
| *décembre 1944:* | *première campagne de retraitement à Hanford.* |

**1945**

| | |
|---|---|
| *2 février 1945:* | *livraison à Los Alamos du premier plutonium produit à Hanford.* |
| *avril 1945:* | *décision britannique de lancer un grand programme de R&D dans le domaine nucléaire.* |
| *16 juillet 1945:* | *explosion près d'Alamogordo (Nouveau Mexique) de la première bombe atomique, au plutonium.* |
| *6 août 1945:* | *explosion de la première bombe à l'uranium 235 à Hiroshima.* |
| *8 août 1945:* | *explosion de la seconde bombe au plutonium à Nagasaki .* |
| *août 1945:* | *publication du Rapport Smyth.* |

**Après la seconde guerre mondiale**

| | |
|---|---|
| *18 octobre 1945:* | *ordonnance de création du CEA français.* |
| *5 novembre 1945:* | *création en Suisse de la Commission d'Etudes de l'Energie Atomique.* |
| *novembre 1945:* | *débuts de la construction du Centre nucléaire de l'Oural (Cheliabinsk 40).* |
| *décembre 1945:* | *décision britannique (tenue secrète jusqu'en 1947) de fabriquer une pile destinée à produire du plutonium.* |

**1946**

| | |
|---|---|
| *mars 1946:* | *le Rapport Lilienthal-Acheson sur le contrôle international de l'énergie atomique est rendu public.* |
| *14 juin 1946:* | *le plan Baruch présenté à l'ONU prévoit la création d'une autorité internationale chargée, entre autres, d'exploiter les usines de retraitement. La guerre froide entraîne l'abandon du projet en 1948.* |
| *août 1946:* | *le Mc Mahon Bill entre en vigueur (US Atomic Energy Act of 1946).* |

## 1947

9 juin 1947: un Arrêté royal belge crée une surtaxe à l'exportation de minerai d'uranium supportée par l'UMHK, qui sert à financer partiellement le budget colonial.

juin 1947: création de l'IIPN (Institut inter-universitaire de Physique nucléaire), qui devient le 6 septembre 1951 l'IISN (de sciences nucléaires), organisme de promotion et de coordination des recherches de caractère fondamental.

1947: les Ateliers de Construction Electrique de Charleroi (ACEC) créent un Centre d'Etudes et de Recherches nucléaires, destiné à fournir les bases scientifiques et techniques pour la fabrication de matériel d'équipement des laboratoires.

**5 juin 1947: annonce du Plan Marshall (discours de Harvard).**

**juillet 1947: Conférence de Paris sur l'aide Marshall.**

*juillet 1947: le site de Windscale (Cumbria) est choisi par le Royaume-Uni pour la construction de réacteurs plutonigènes et d'une usine de retraitement.*

*août 1947: à Harwell, GLEEP, le premier réacteur expérimental européen, devient critique.*

## 1948

**16 avril 1948: la Convention de Paris crée l'OECE. Les seize pays membres sont l'Autriche, la Belgique, le Danemark, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie.**

*7 au 10 mai 1948: «Congrès de l'Europe» à La Haye.*

**28 juillet 1948: entrée en vigueur de la Convention de Paris du 16 avril.**

## 1949

*1949: mise au point du procédé PUREX à Oak Ridge.*

*4 avril 1949: signature du traité de Washington créant l'OTAN.*

*29 août 1949: explosion de la première bombe atomique soviétique, au plutonium, près de Semipalatinsk (découverte par les Etats-Unis en septembre).*

**15 décembre 1949: Traité bilatéral d'admission de la RFA au plan Marshall (participation de la RFA aux travaux de l'OECE depuis octobre 1949).**

## 1950

*1950: première coopération bilatérale autour de réacteurs nucléaires par la constitution d'une Association néerlando-norvégienne à Kjeller (JENER) et à Petten.*

*25 juin 1950: début de la guerre de Corée.*

*7 juillet 1950: création de l'Union Européenne des Paiements (UEP).*

*27 octobre 1950: la pile de Windscale N°1 devient critique.*

31 décembre 1950: création par Arrêté Royal belge de la fonction de Commissaire à l'énergie atomique (CEA belge) confiée à Pierre Ryckmans, ancien gouverneur général du Congo qui l'occupe jusqu'à sa mort en février 1959. Lui succède, le 1[er] mai 1959, Jacques Errera, jusqu'au 15 décembre 1969, puis Paul De Groote. Le 1[er] avril 1971, le Commissariat disparaît, ses attributions étant confiées au Ministère des Affaires économiques, au sein d'un service appelé Commissariat à l'Energie atomique, bientôt intégré à la Direction de l'Energie.

## 1951

*18 avril 1951: création de la CECA par le Traité de Paris.*

*avril 1951: fin des travaux de l'usine de retraitement de Windscale.*

*juillet 1951: divergence du réacteur JEEP1 du JENER de Kjeller.*

été 1951: Accord tripartite Belgique–Royaume-Uni–Etats-Unis sur les livraisons d'uranium par l' UMHK jusqu'en 1956. Une surtaxe de 60 cents par livre sur l'oxyde d'uranium est créée, dont le produit est utilisé pour financer un programme belge de recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire.

*Novembre 1951: établissement du premier plan quinquennal nucléaire français, dit «plan Gaillard». Il prévoit la construction d'une usine française de retraitement.*

## 1952

*mars 1952: première production de plutonium dans l'usine de Windscale.*

| | |
|---|---|
| 9 avril 1952: | création à l'initiative du CEA belge du Centre d'Etudes pour les applications de l'énergie nucléaire (CEAN). |
| *26 mai 1952 :* | *création en Italie du Comitato Nazionale per le Ricerche nucleari (CNRN).* |
| *1952:* | *les Etats-Unis deviennent importateurs nets de produits pétroliers.* |
| *1952:* | *début de la construction par le CEA français d'un pilote de retraitement, dit «pilote de Châtillon», dépendant du Centre d'Etudes nucléaires de Fontenay-aux-Roses (CEN-FAR).* |
| *3 octobre 1952:* | *explosion de la première bombe atomique britannique à Monte Bello, dans l'Océan indien.* |

**1953**

| | |
|---|---|
| *février 1953:* | *mise en service de l'usine de retraitement de Idaho Falls, dite ICPP.* |
| *5 mars 1953:* | *mort de Staline.* |
| *mai 1953:* | *création de l'Agence européenne de Productivité (AEP/OECE).* |
| *1er juillet 1953:* | *signature du Traité créant le CERN.* |
| *27 juillet 1953:* | *fin de la guerre de Corée (armistice).* |
| *8 décembre 1953:* | *discours de Eisenhower, "Atoms for Peace".* |
| **14 décembre 1953:** | **memorandum du secrétaire général de l'OECE au Conseil sur le coût croissant de l'énergie.** |
| 22 décembre 1953: | le CEAN achète un terrain de 184 ha à Mol pour y construire le centre nucléaire belge. |
| *1953:* | *début de la construction de la première centrale de puissance britannique à Calder Hall.* |

**1954**

| | |
|---|---|
| *1954:* | *couplage au réseau de la première centrale de puissance soviétique à Obninsk.* |
| *1954:* | *divergence du réacteur du sous-marin américain "Nautilus".* |
| *1954:* | *entrée en fonctionnement de l'usine britannique d'enrichissement par diffusion gazeuse de Capenhurst.* |
| 1954: | création du Syndicat d'études de l'énergie nucléaire (SEEN), associant industriels et électriciens à l'initiative de l'UMHK, et du Syndicat d'études des centrales atomiques (SYCA) regroupant les électriciens. |
| *1954:* | *participation allemande au JENER de Kjeller.* |
| *1954:* | *mise en service de la première usine (militaire) utilisant le procédé PUREX à Savannah River en Caroline du Sud.* |
| *17 avril 1954:* | *premiers travaux de construction du CERN à Meyrin, près de Genève.* |
| *15 juin 1954:* | *création de la Société européenne pour l'énergie atomique.* |
| *juillet -août 1954:* | *création de l'UKAEA.* |
| *août 1954:* | *amendement à la loi Mac Mahon, dit Atomic Energy Act of 1954.* |
| *6 septembre 1954:* | *début de la construction de la première centrale de puissance américaine à Shippingport en Pennsylvanie, un PWR Westinghouse, qui entra en production le 2décembre 1957.* |
| *7-8 octobre 1954:* | *première session du Conseil du CERN.* |
| **21 décembre 1954:** | **Louis Armand devient consultant de l'OECE.** |

**1955**

| | |
|---|---|
| *1955:* | *Electricité de France (EdF) décide de construire son premier réacteur, le futur Chinon 1 (ou EdF 1).* |
| *1955:* | *création en Allemagne du ministère fédéral des Affaires atomiques.* |
| *15 février 1955:* | *publication au Royaume-Uni du livre blanc sur la production d'électricité accordant une large place à l'électricité d'origine nucléaire dans ses prévisions.* |
| *1er mars 1955:* | *création en Suisse de la firme Reaktor AG pour la construction et l'exploitation d'un Centre de Recherche National de Würenlingen.* |
| **24 mai 1955:** | **remise du Rapport Armand au Conseil, publié le mois suivant.** |
| *1er et 2 juin 1955:* | *la Conférence de Messine relance les projets européens. La CEE et la CEEA en résultent.* |
| *juin 1955:* | *début de la construction de l'usine de retraitement militaire française de Marcoule (future UP1).* |
| **9 juin 1955:** | **memorandum du Secrétaire Général de l'OECE sur les aspects économiques et financiers de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.** |
| **10 juin 1955:** | **résolution du Conseil des ministres de l'OECE créant un Groupe de travail pour préparer la constitution d'un Comité de l'énergie nucléaire.** |

**29 juin 1955:** **résolution du Conseil des ministres de l'OECE créant une Commission de l'énergie.**
*9 juillet 1955:* *début des travaux à Bruxelles du Comité intergouvernemental Spaak préparant le Traité de Rome.*
*8 au 20 août 1955:* *première conférence de Genève sur l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Présentation du projet de statut de l'AIEA.*
*octobre 1955:* *Jean Monnet crée le Comité d'action pour les Etats-Unis d'Europe.*
*1955:* *au cours des négociations sur l'Euratom, le CEA propose la construction d'une usine commune d'enrichissement de l'uranium.*

**1956**

*1956:* *création par les Etats-Unis d'un système d'inspection de leurs livraisons d'uranium enrichi, confié en 1957 à l'AIEA.*
*1956:* *création en France du Service central de protection contre les radiations ionisantes (SCPRI), rattaché à l'INSERM jusqu'en 1983.*
**janvier 1956:** **publication du rapport Nicolaïdis.**
*18 janvier 1956:* *première réunion du Comité pour les Etats-Unis d'Europe, avec Jean Monnet et Louis Armand.*
*22 février 56:* *Eisenhower annonce que 20 t d'uranium 235 sont disponibles pour les pays étrangers.*
**29 février 1956:** **création au sein de l'OECE d'un Comité spécial de l'énergie nucléaire (CSEN).**
**10 avril 1956:** **création au sein du CSEN d'un Groupe de travail n°1 sur les entreprises communes, dont l'usine de retraitement.**
*21 avril 1956:* *le Rapport Spaak, synthèse des travaux menés depuis la relance de Messine, propose la création d'une Communauté européenne de l'énergie atomique.*
*23 mai 1956:* *la centrale britannique de Calder Hall, première centrale de puissance européenne, entre en production (inaugurée en octobre).*
**mai 1956:** **publication du rapport Hartley.**
*26 juillet 1956:* *nationalisation du canal de Suez par l'Egypte.*
*juillet 1956:* *création d'un Groupe spécial sur le retraitement dans le cadre des négociations sur la CEEA, présidé par Erich Pohland.*
**8 juin 1956:** **le rapport du Groupe de travail n°1 est adopté par le CSEN.**
**18 juillet 1956:** **le Conseil de l'OECE reprend les propositions du CSEN dans «*L'action commune des pays de l'OECE dans le domaine de l'énergie nucléaire*», où il préconise la création d'entreprises communes. Il crée à la même date le Comité de direction de l'énergie nucléaire (CDEN) et le charge de préparer le statut d'une Agence pour l'énergie nucléaire, la future AEEN/OECE.**
*19 juillet 1956.* *création du centre de recherches nucléaires de Karlsruhe.*
**28 septembre 1956:** **constitution d'un Syndicat d'études regroupant des représentants de 14 pays pour préparer la construction en commun d'une usine de traitement chimique des combustibles irradiés.**
*28 septembre 1956:* *première production d'électricité d'origine nucléaire à Marcoule (G1).*
*23 octobre 1956:* *adoption du statut de l'AIEA par 72 pays.*
**24 octobre 1956:** **première réunion du Syndicat d'Etudes EUROCHEMIC**
*6 novembre 1956:* *fin de la crise de Suez.*
*17 novembre 1956:* *baisse des prix de vente à l'étranger de l'uranium enrichi américain avec garantie illimitée de fourniture.*

**1957**

*1957:* *adoption aux Etats-Unis du Price Anderson Act, libérant l'industrie nucléaire de sa responsabilité en cas d'accident pour les dommages supérieurs à 100 M$ et fixant à la même somme la couverture par les compagnies d'assurances, l'Etat s'engageant à couvrir la différence éventuelle avec le coût réel des dommages.*
1957: accords de licence entre Westinghouse et des firmes belges, sous la houlette de la SGB les ACEC, Cockerill, la SGMH et FN, ainsi que leur filiale MMN.
31 janvier 1957: création de Belgonucléaire, qui reprend les travaux du SEEN.
**10 février 1957:** **projet et estimation Rometsch pour l'usine de retraitement. 50t/an, 18,5 M$.**
**16 février 1957:** **la délégation des Six, futurs signataires du Traité Euratom, représentés à la Conférence intergouvernementale pour le Marché Commun et l'Euratom, examine les propositions d'emplacement de l'usine: date probable de la décision d'appuyer la candidature de la Belgique.**

**25 mars 1957:** **transmission au Syndicat d'études du contre-projet D'Hondt qui, en prévoyant l'externalisation du traitement des déchets par le CEAN de Mol, ramène le coût des investissements du projet à 10,373 MS.**

*25 mars 1957:* *signature du Traité de Rome créant le Marché Commun et l'Euratom.*

*30 avril 1957:* *le réacteur suisse d'origine américaine SAPHIR redémarre à Würenlingen.*

*mai 1957:* *le Rapport des trois sages (Armand Etzel Giordani), «Un Objectif pour Euratom», abandonne l'idée d'une usine européenne d'enrichissement.*

**20-25 mai 1957:** **symposium de Bruxelles sur le traitement chimique des combustibles irradiés.**

27 mai 1957: le CEAN devient CEN (Centre d'Etudes nucléaires), un établissement d'utilité publique, établi sur 570 ha à Mol.

*29 juillet 1957:* *entrée en fonctionnement de l'AIEA.*

*1er août 1957:* *mise en route du synchro-cyclotron du CERN.*

**septembre 1957:** **remise par le syndicat d'études de propositions pour la construction d'une usine**

*7 octobre 1957:* *un incendie à Windscale entraîne l'arrêt des deux réacteurs.*

*septembre 1957:* *explosion – non révélée avant 1976 – dans une unité de stockage d'effluents hautement radioactifs issus de l'usine de retraitement de Cheliabinsk.*

**17 décembre 1957:** **adoption des statuts de l'AEEN et de la Convention sur le contrôle de Sécurité.**

**20 décembre 1957:** **douze pays signent la Convention relative à la constitution de la Société EUROCHEMIC.**

*DEUXIÈME PARTIE*

# La réalisation du projet

*Janvier 1958 – novembre 1965*

*Chapitre premier*

## La «période intérimaire»

### Les débuts de la Société et la mise au point de l'avant – projet détaille

***Janvier 1958 – juin 1961***

La signature de la Convention le 20 décembre 1957 n'entraînait pas la constitution de la Société puisque celle-ci résultait de l'entrée en vigueur du texte à la suite de la ratification par les gouvernements détenant au moins 80% des actions. Or les procédures parlementaires requises pour la ratification sont relativement longues. Pour assurer la continuité d'un projet dont la réalisation s'étendrait sur plusieurs années et pour ne pas perdre de temps, une réflexion sur l'aménagement d'une période intérimaire avait été menée par le Syndicat d'études et par le Secrétariat du CDEN depuis l'été 1957 [1].

Trois jours avant la signature de la Convention EUROCHEMIC, le Conseil de l'OECE prenait une «décision relative à la poursuite des travaux du Syndicat d'études pour le traitement chimique des matières irradiées»[2] et édictait deux mesures à cet effet :

- Il chargeait le Syndicat d'études d'assurer la continuité du projet et, à cet effet, amendait son Statut. Celui-ci, annexé à la Décision, lui donnait mission «d'entreprendre [...] les travaux préliminaires [...] en vue de la construction, avant 1961 d'une usine»[3] ;
- Il ouvrait une ligne de crédit de 500 000 UC/UEP pour permettre le financement par le budget de l'OECE d'une période intérimaire qu'on estimait ne pas devoir durer plus d'une année. Les dépenses, comprises dans le budget de l'OECE, seraient toutefois «financées uniquement par les contributions des membres du Syndicat d'études et à proportion du nombre de voix dont ils disposent»[4].

Ainsi s'ouvrait la période intérimaire, qui allait se poursuivre jusqu'au 27 juillet 1959, date à laquelle la Société fut constituée. Cette période fut marquée par une étroite collaboration entre l'Organisation, l'AEEN et le Syndicat d'études. A partir du premier février 1958, en effet, entrait en fonction l'Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire (Figure 24) [5]. Le Directeur général en était Pierre Huet[6], assisté par Einar Saeland comme Directeur général adjoint. Pierre Strohl allait suivre l'affaire pour l'AEEN en assurant le Secrétariat du Syndicat d'études et du Conseil d'administration intérimaire.

Pendant la période intérimaire, qui dura un an et demi, de nouveaux choix décisifs allaient être faits par une organisation qui prolongeait le premier Syndicat d'études tout en préparant les structures de la Société.

Cette nouvelle organisation établit les bases d'une coopération avec divers acteurs extérieurs. Il s'agissait des pays non membres détenteurs de la technologie du retraitement, au premier rang desquels figurent les Etats-Unis, ainsi que des firmes européennes désireuses de s'associer à la construction des installations pour profiter de ses marchés et acquérir la maîtrise technologique dans ce secteur nouveau.

Le projet prit une forme de plus en plus précise grâce aux travaux d'un Bureau d'études et de recherches (BER) hébergé dans les locaux du centre nucléaire belge, travaillant en liaison avec un groupe restreint d'experts se réunissant périodiquement en Comité de direction et avec un expert américain.

---

1 Cf. «*Mesures proposées pour la période intérimaire*», rapport approuvé par le Syndicat d'Etudes le 17 septembre 1957.

2 C(57)256, et *Actes*, XVII (1957) 171.

3 C(57)256 Annexe, Article 4.

4 Ibid. Article 8. Il s'agissait d'une avance imputée sur le capital de la Société et déduite au moment de la libération des actions.

5 Il avait été symboliquement demandé que l'AEEN entre en fonction un mois après Euratom, puisque le Traité de Rome ne devait entrer en vigueur que le 1er janvier 1958, postérieurement donc à la Décision du Conseil du 17 décembre créant l'AEEN. Cf. la Figure 25.

6 Nommé par le Conseil le 24 janvier, *Actes* XVIII (1958) 8.

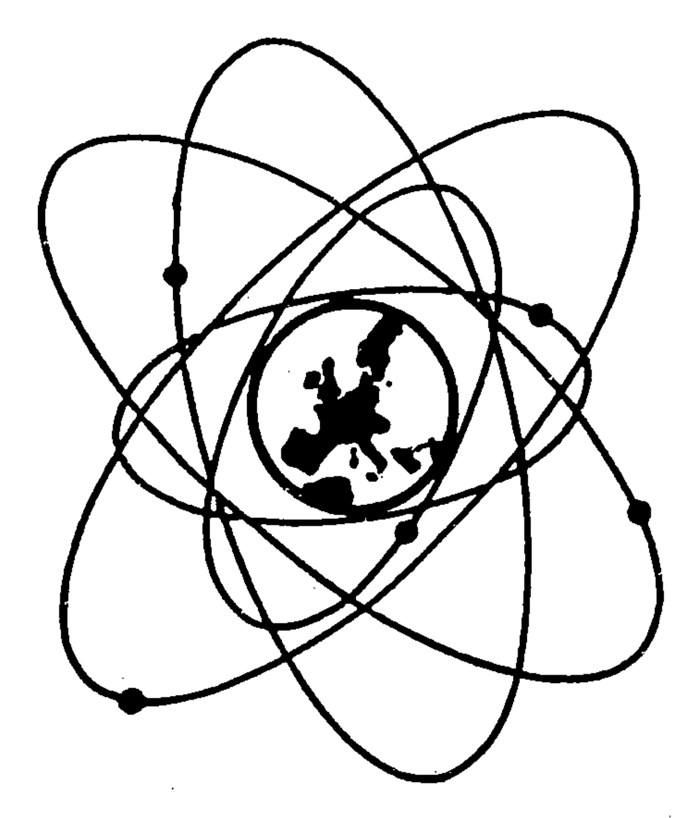


**Figure 24.** Logo de l'AEEN/OECE en 1959.

L'entrée en vigueur de la Convention en juillet 1959 permit la mise en place des institutions de la Société. La Direction des recherches qui succéda au BER établit, en liaison avec l'architecte industriel principal, l'avant-projet détaillé qui allait rendre possible le démarrage de la construction des installations nucléaires.

## L'organisation générale du projet

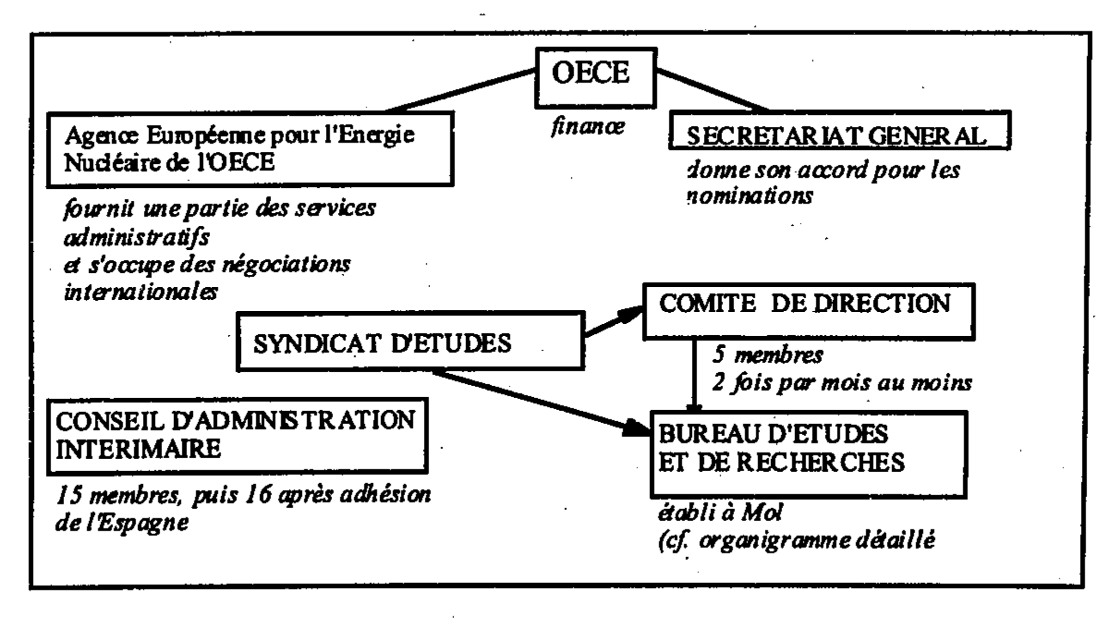



**Figure 25.** La structure générale d'organisation pour la période[7]

[7] Les appellations des organes fluctuèrent avant de se stabiliser; ainsi pour le Comité de Direction, successivement dénommé Comité des Experts, Comité Technique.

*Le Syndicat d'études amendé, Assemblée générale par anticipation* [8]

L'organisation et le mandat du Syndicat d'études étaient calqués sur ceux de l'Assemblée Générale de la future société. Les actionnaires non gouvernementaux furent donc associés aux travaux du Syndicat, chaque gouvernement disposant d'un nombre de voix correspondant à sa part et à la part de ses ressortissants dans le capital de la Société.

La première réunion du «Syndicat d'études Eurochemic» qui succédait au «Syndicat d'études pour la constitution d'une entreprise commune de séparation chimique des combustibles irradiés» eut lieu le 24 janvier 1958. Y furent élus président Erich Pohland (Allemagne) et vice-président Erik Svenke (Suède). La continuité du Syndicat d'études intérimaire par rapport au Syndicat d'études de la période préparatoire était donc assurée[9].

La mission générale du Syndicat d'études se déclinait en tâches nombreuses qu'il ne pouvait mener seul. Le statut amendé lui permettait de nommer un Conseil d'administration intérimaire responsable devant lui et chargé de diriger l'exécution du programme des travaux. Pour assister le Conseil d'administration intérimaire dans la prise de décision technique et le suivi des travaux effectués sur le site, le Syndicat d'études nomma un Comité de direction, héritier du sous-groupe technique. Le premier aménagement du site et les premiers travaux à Mol étaient menés par un Groupe de recherche, qui prit vite le nom de Bureau d'études et de recherches, dont le Directeur était nommé par le Syndicat d'études.

Le domaine réservé du Syndicat d'études concernait les décisions financières. Il soumettait en effet au Conseil de l'OECE les prévisions de dépenses servant de base au vote des crédits et approuvait les estimations détaillées autorisant l'engagement des dépenses.

*Le Conseil d'administration intérimaire*

Composé comme le Conseil d'administration de la Société, il comprit quinze, puis seize administrateurs, suivant une répartition nationale qui reflétait la participation au capital de la Société[10].

L'Allemagne, la Belgique, la France et l'Italie possédaient deux sièges, l'Autriche, le Danemark, la Norvège, les Pays-Bas, la Suisse un seul ; Turquie et Portugal s'en partageaient un. Enfin l'Espagne qui rejoignit le projet à la fin de 1958 obtint un siège.

Un représentant d'Euratom à voix consultative prenait part aux réunions du Conseil d'administration intérimaire.

Le Conseil d'administration intérimaire avait une compétence générale en matière administrative et en matière de gestion, il surveillait l'activité du Bureau d'études et de recherches, prenant des décisions techniques lorsqu'elles étaient de nature à exercer une influence sur la conception de l'usine, à partir de l'information qui était préparée et transmise par le Comité de direction.

*Le Comité de direction*

Cet organe composé de cinq experts nommés par le Syndicat d'études assistait le Conseil d'administration intérimaire, approuvait les nominations d'experts et les contrats de marché importants. Sur les cinq membres du Comité de direction qui furent nommés le 3 mars 1958, quatre avaient déjà participé au sous-groupe technique du Syndicat d'études de la période préparatoire : Yves Sousselier (CEA) en était président, Teun J. Barendregt (JENER), Maurice D'Hondt (CEN) et Rudolf Rometsch (CIBA). Le poste attribué à l'Italie fut occupé par des représentants du CNRN, d'abord par M. Rollier auquel succédèrent rapidement Felice Ippolito, puis Alberto Cacciari. Maurizio Zifferero, un chimiste qui travailla brièvement au Bureau d'études et de recherches avant de rejoindre le CNRN où il fut responsable du retraitement, fut pressenti pour lui succéder à l'extrême fin de la période intérimaire.

*Le Bureau d'études et de recherches (BER)*

Le BER constituait l'embryon de l'établissement. Il travailla pendant la période intérimaire dans des locaux appartenant au Centre d'études nucléaires de Mol. Son Directeur avait la haute main sur les travaux techniques et pouvait engager les dépenses de faible montant[11], mais son personnel était recruté par le Directeur de l'AEEN, par délégation du Secrétaire général de l'OECE. La nomination des membres du personnel du Bureau était soumise à l'accord du Conseil d'administration intérimaire ou du Comité de direction.

---

8 Eurochemic (57)1 du 28 décembre 1957.

9 Cf. Annexe : Composition des Organes de la Société.

10 Cf. la liste nominative des administrateurs en annexe 5.

11 Inférieur à 1 million de FF.

Le 3 mars 1958 le poste de Directeur fut confié au Suédois Erik Haeffner (A.B. Atomenergi), qui avait lui aussi fait partie du sous-groupe technique avant la signature de la Convention. Une première équipe de six personnes se mit au travail à Mol à partir de mai 1958.

***De nouveaux actionnaires : l'Espagne [12] et les sociétés privées***

*L'adhésion espagnole*

Depuis mai 1954 l'Espagne avait demandé à être associée à l'OECE, d'abord en matière de transports intérieurs, puis au sein des comités s'occupant des problèmes agricoles[13]. Elle avait pu de manière générale participer aux travaux de l'Organisation en vertu d'un Accord signé le 28 janvier 1958 [14]. Son association à l'AEEN en découlait, décidée par le Conseil le 22 juillet 1958. Le 11 octobre le pays faisait connaître au Secrétaire général sa décision d'adhérer à la Convention sur le contrôle de Sécurité et à la Convention Eurochemic. Le 22 octobre 1958 il demandait à être admis au sein de la Société. En conséquence la Junta de Energia Nucleare (JEN) manifesta son intention de souscrire ou d'acheter 30 actions EUROCHEMIC dès la constitution de la Société, ce qui mettait l'Espagne à égalité avec les Pays-Bas et la Suisse. Les membres du Conseil d'administration intérimaire avaient, lors de leur réunion officieuse en marge de la Deuxième Conférence de Genève en septembre, opté pour l'émission de trente nouvelles actions. Le capital social de l'entreprise passait ainsi de 20 à 21,5 millions d'UC/UEP. En attendant la constitution de la Société, l'Espagne était admise au Syndicat d'études et participait aux travaux de la période intérimaire, moyennant une contribution de 37 500 UC/UEP. José Luis Gutierrez-Jodra, Directeur des Projets pilotes et des projets industriels chimico-métallurgiques à la Junta de Energia Nuclear, vint siéger au Syndicat d'études lors de sa cinquième réunion du 27 février 1959.

*Nouveaux actionnaires non gouvernementaux*

La volonté des signataires de la Convention était d'associer des entreprises privées à la gestion de la Société. Certains envisageaient même une privatisation totale, dans l'hypothèse d'un développement rapide de l'industrie nucléaire. Le transfert des actions pouvait se faire librement entre organismes d'un même pays, et les Gouvernements ou Agences Nucléaires qui représentaient l'écrasante majorité du capital tentèrent de céder une partie de leurs actions à des entreprises privées. Ce mouvement que l'on pensait devoir s'amplifier commença dès la période intérimaire.

Le Gouvernement belge, le CEA français, le CNRN italien furent les premiers membres de la Société à céder des parts à des entreprises.

Le Gouvernement belge annonça dès juillet 1958 son intention de vendre vingt-sept actions, sur les quarante-quatre qu'il détenait, à la Société Belge de Chimie Nucléaire, (Belchim), un groupement ad hoc de sociétés intéressées par le retraitement dont le capital social était uniquement destiné à une participation dans Eurochemic. Belchim avait été constituée le 17 juin 1958 par vingt sociétés belges et était présidée par André Leroux. Son principal actionnaire était la Société Générale Métallurgique de Hoboken (SGMH), qui avait souscrit le quart du capital, suivie de la société Belgo-Nucléaire, qui était partie prenante pour 11%. La Belgo-Nucléaire avait été elle-même créée le 31 janvier 1957, pour reprendre les activités de la SEEN, elle associait l'Union Minière du Haut-Katanga (UMHK) et les électriciens. Du personnel provenant des sociétés actionnaires devait être détaché à Belchim[15].

A la Compagnie Saint-Gobain devaient échoir en décembre 1958 vingt-deux des soixante-huit actions françaises, à la Societa Richerche Impianti Nucleari (SORIN) de Milan, qui était le constructeur du centre nucléaire privé de Saluggia et dont les actionnaires étaient Montecatini et Fiat, cinq actions. La Societa Elettronucleare Nazionale (SENN) de Rome se portait acquéreur de deux des quarante-quatre actions italiennes[16].

L'Allemagne et la Suisse envisageaient au même moment de transférer une partie de leurs actions à des sociétés privées, mais rien ne se fit avant la constitution de la Société[17].

---

12 C(59)5, Eurochemic(58)19.

13 Cf. par exemple *Actes* (1954) 1195.

14 Annonce de la signature dans *Actes* XVII (1957) 174.

15 Eurochemic (58) 11 pour la déclaration d'intention. La Société BELCHIM géra pour le compte du CEN son département déchets. Elle fut reprise par Belgo-Nucléaire à partir de 1964. Cf. la contribution de Jacques Leduc, VANDERLINDEN J. dir. (1994).

16 Eurochemic(58)21 du 10 décembre 1958.

17 Eurochemic(58)3, Annexe. La participation des entreprises suisses ne se fit pas en définitive par transfert d'actions, mais par la souscription de bons auprès du Gouvernement fédéral pour 10% du montant du capital souscrit par la Suisse (Témoignage de Jean-Michel Pictet).

L'évolution ultérieure de l'entreprise et le fait que les principales sociétés privées ayant acheté des parts du capital étaient candidates à la fonction d'architecte industriel[18] laisse penser que cette participation était plutôt un ticket d'entrée. En outre, l'achat de quelques actions seulement par la SORIN et la SENN annonce l'extrême morcellement de la participation des entreprises privées allemandes et a essentiellement pour but la possibilité d'accéder à l'information, puisque le fait d'être actionnaire permettait la réception des rapports techniques de l'entreprise.

***Le cadre général de l'action – Les règlements administratifs et financiers***

*Le règlement administratif pour la période intérimaire*

Le problème du statut du personnel pendant la période intérimaire était délicat. Alors que l'employeur ne pouvait être que l'OECE puisque la Société n'existait pas encore, «le statut régissant les diverses catégories de personnel employé par l'OECE – fonctionnaires permanents, agents temporaires, consultants – ne pouvait convenir aux agents du bureau d'Etudes»[19], personnel technique qualifié, travaillant hors du siège, non soumis à sa hiérarchie, temporairement employé avant d'être éventuellement intégré dans la nouvelle Société par un contrat de type privé, éloigné de la situation des fonctionnaires internationaux.

Un statut particulier fut donc élaboré par le Secrétaire Général, qui en reçut mandat du Conseil. Ce statut fut approuvé par le Conseil d'administration intérimaire le 28 mars 1958 [20].

Les principales caractéristiques en étaient les suivantes :

- Contrat à durée déterminée de un an maximum, avec maintien du salaire pendant six mois au plus dans le cas où leurs bénéficiaires ne seraient pas engagés par la Société Eurochemic après sa création[21].
- Devoir de discrétion, d'esprit d'indépendance internationale – ne suivre aucune directive émanant de gouvernements ou d'une autorité extérieure à l'OECE – propriété à l'OECE des inventions.
- Traitement tenant compte du niveau des salaires belges, auquel s'additionnait pour les agents ne résidant pas de façon permanente en Belgique une indemnité mensuelle d'expatriation de 30% pour un chef de famille, 15% pour les autres agents, à laquelle pouvait s'ajouter une indemnité pour responsabilité ou qualification spéciale. Le Règlement administratif définissait 5 catégories d'agents, dont les traitements mensuels de base sont indiqué en Tableau 10.
- Application subsidiaire du droit belge en ce qui concerne la Sécurité sociale – avec une assurance complémentaire analogue à celle dont bénéficie le personnel du centre de Mol – et la législation du travail.

Tableau 10. **Traitements mensuels de base des catégories de personnel**

| Catégorie | Nom | Traitement en UC/UEP |
|---|---|---|
| I | Directeur des Etudes et Recherches | 925 |
| II | Chef des recherches | 700 |
| III | Experts et chercheurs | 250 à 500 |
| IV | Dessinateurs et employés qualifiés | 180 à 220 |
| V | Personnel auxiliaire | 100 à 180 |

- Les litiges éventuels entre les agents du Bureau d'études et de recherches et leur employeur seraient tranchés par la Commission de recours de l'OECE, pour tenir compte du caractère international de l'employeur.

*Le règlement financier [22] et le financement de la période intérimaire*

Le financement fut assuré par des contributions des Etats membres versées à l'OECE. Une surveillance de la régularité des engagements, de la comptabilité et des paiements fut assurée par les services de l'OECE, en particulier par l'entremise d'un agent détaché à Mol.

18 Cf. infra.

19 Eurochemic(59)9 du 22 mai 1959.

20 Eurochemic(58)10 Final du 2 avril 1958.

21 Les délais plus longs que prévus pour la ratification entraînèrent la prolongation des contrats pour six mois en mars 1959.

22 Eurochemic (58)7 Final du 13 mai 1958.

Dans ce cadre furent ouverts 757 000 UC/UEP de crédits pendant la période intérimaire, en trois vagues. Le 7 février 1958 fut défini un crédit initial de 500 000 UC/UEP. L'Espagne, nouveau participant, contribua pour 37 500 UC/UEP le 9 février 1959, et la prolongation au-delà de l'année initialement prévue entraîna le 14 avril 1959 l'ouverture d'une nouvelle ligne de 220 000 UC/UEP. Le rythme des dépenses fut plus lent que prévu. Les engagements de dépenses pendant la première année furent les suivants, classées par ordre décroissant[23].

Tableau 11. **Engagements de dépenses d'Eurochemic pendant la période intérimaire**

| Nature de la dépense | Trois premiers trimestres de 1958 (milliers d'UC/UEP) | % | Premier trimestre de 1959 (milliers d'UC/UEP) | % | Première année de fonctionnement (milliers d'UC/UEP) | % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Personnel | 98,456 | 39,4 | 48,080 | 38,2 | 146,536 | 39,0 |
| Matériel et fonctionnement des services | 60,955 | 24,4 | 31,043 | 24,6 | 91,998 | 24,5 |
| Dépenses de 1er établissement | 49,474 | 19,8 | 30,523 | 24,2 | 79,997 | 21,3 |
| Divers dont | 41,115 | 16,4 | 16,338 | 13,0 | 57,453 | 15,3 |
| *- consultants* | *7,039* | *2,8* | *1,124* | *0,9* | *8,163* | *2,2* |
| *- contrats de travaux et d'études* | *15,680* | *6,3* | *7,967* | *6,3* | *23,647* | *6,3* |
| Total | 250,000 | 100,0 | 125,984 | 100,0 | 375,984 | 100,0 |

**La coopération avec les acteurs extérieurs**

***La coopération entre Eurochemic et l'USAEC, les liens avec l'UKAEA et la prise de contact avec le Canada***

*Les Etats-Unis – La mise en place d'une coopération technique exemplaire – Le Programme d'assistance USAEC-Eurochemic*

Les contacts qui s'étaient établis avec les Etats-Unis pendant la période préparatoire et qui s'étaient en particulier traduits par l'organisation du Symposium sur le retraitement de mai 1957, se renforcèrent pendant la période intérimaire et s'institutionnalisèrent. L'Oak Ridge National Laboratory (ORNL) et le chef de la division des recherches chimiques du centre, Floyd L. Culler, en constituaient le noyau du côté américain.

La prise de contact officielle avec l'USAEC

Le Syndicat d'études décida lors de sa seconde réunion du 28 février 1958 d'entrer en contact avec Lewis L. Strauss, alors président de l'USAEC, afin d'établir des relations suivies entre Eurochemic et les principaux laboratoires ou établissements américains engagés dans le retraitement[24].

Eurochemic avait en cela trois buts : recourir à des consultants américains, obtenir des conseils de l'USAEC et envoyer des membres du personnel en stage, en particulier à Oak Ridge.

Le Conseil d'administration intérimaire décida d'en faire autant avec les autorités britanniques et canadiennes[25]. Le Directeur général de l'AEEN fut chargé de ces contacts officiels, le Comité de direction organisant les contacts au niveau des scientifiques.

Deux responsables américains, qui avaient déjà participé au Symposium de Bruxelles de mai 1957, Floyd L. Culler, Directeur du Chemical Engineering Department de l'ORNL et Myron B. Kratzer, de la Division des Affaires Internationales de l'USAEC, rencontrèrent le Comité de direction et le Bureau d'études et de recherches le 22 juillet 1958[26]. Un expert envoyé par l'USAEC et venant de Hanford, spécialiste des questions d'effluents, passa une semaine au mois d'août à Mol. Un second expert, E.L. Nicholson, en provenance de l'ORNL,

[23] Cf. aussi les budgets détaillés en annexe. Il n'y a pas d'état global des dépenses pour la totalité de la période intérimaire dans les archives, le bilan de 1959 ne distinguant pas les deux phases séparées par la constitution de la Société.

[24] Eurochemic(58)11 du 3 mars 1958.

[25] Eurochemic/CA(58)2.

[26] Comité de Direction Compte-rendu de la 7e réunion du 2 juillet 1958.

s'installa fin septembre. Son arrivée marqua le début d'une collaboration institutionnalisée qui allait se prolonger jusqu'en 1970.

### La lettre d'agrément de l'USAEC, les principes de la coopération USAEC-EUROCHEMIC et le problème des brevets

Le 29 août 1958 Allan J. Vander Weyden[27], Directeur par intérim de la Division des Affaires Internationales de l'USAEC, adressa à Pierre Huet, Directeur général de l'AEEN, une lettre précisant les conditions mises par l'USAEC à l'affectation de personnel des Etats-Unis au projet Eurochemic.

Cette lettre précise les conditions du détachement d'une personne qualifiée. Celle-ci reste appointée par son laboratoire d'origine, mais l'OECE prend en charge le transport et les primes d'expatriation.

Le principe de brèves visites transatlantiques à des fins de consultation sur des problèmes particuliers est prévu tant pour des Américains que pour des membres du personnel d'Eurochemic.

L'USAEC dégage toute responsabilité quant à l'exactitude des informations transmises, limite le travail de ses experts à des avis et conseils, la participation «directe à l'élaboration des projets d'installation» n'étant pas du ressort des Américains présents à Eurochemic[28].

En contrepartie de cette assistance, qui est acceptée «parce que la conception et la mise au point de cette usine moderne de traitement à usage multiple permettront de recueillir d'utiles et précieuses informations»[29], l'USAEC «recevra, pour les utiliser et les communiquer à son gré, toutes informations susceptibles d'être divulguées qui auront été acquises ou obtenues dans le cadre du projet Eurochemic. L'AEC communiquera en échange toutes informations comparables non soumises au secret, acquises ou obtenues par elle. En outre, l'AEC pourra, à tout moment, envoyer des représentants prendre contact avec Eurochemic pour s'informer et se mettre au courant de son programme»[30].

La lettre se termine en laissant entendre que cet échange pourrait préparer le terrain à un accord sur la possibilité pour Eurochemic de traiter des matières nucléaires de base ou spéciales fournies par les Etats-Unis.

Pierre Huet répondit à cette lettre le 13 septembre. Il acceptait les principes qu'elle posait, mais renvoyait la signature de l'accord à la séance suivante du Conseil d'administration intérimaire. En attendant il demandait à l'USAEC de mettre en application dès maintenant la coopération envisagée. En fait les propositions relatives aux échanges d'informations étaient incompatibles avec les règles adoptées à ce sujet à Eurochemic et en nécessitaient la réécriture[31]. Le CEA et le CNRN manifestèrent d'ailleurs lors de la 4e séance du Conseil d'administration intérimaire le 14 octobre 1958 leur inquiétude en ce qui concerne la communication des informations et le problème des brevets[32]. Pour les apaiser le président du Conseil d'administration intérimaire proposa que l'accord du Conseil soit donné à l'USAEC seulement pour la durée de la période intérimaire.

Un projet d'accord sur la question des brevets concernant une invention ou une découverte faite ou conçue en Belgique par du personnel américain pendant la durée de son affectation fut en définitive approuvé par le Conseil d'administration intérimaire le 16 décembre 1958[33]. Il ne satisfaisait pas tous les membres du Conseil, mais sa validité fut limitée à la période intérimaire. Il s'inspirait des clauses figurant dans les accords bilatéraux standards conclus par les Etats-Unis, mais adaptés au caractère international de la Société. Les Etats-Unis acquéraient les droits et [illegible] de licence aux Etats-Unis, et l'OECE, préfigurant Eurochemic, en était propriétaire dans le reste du monde.

### La mission d'études d'Eurochemic aux Etats-Unis (octobre-novembre 1958) (Figure 26) [34].

Une mission d'études aux Etats-Unis comprenant la visite des installations nucléaires américaines par les principaux responsables de la période intérimaire fut approuvée à la même session. La mission se composait

[27] Depuis novembre 1955 cet officier de liaison auprès du centre canadien de Chalk River avait rejoint les services de la Division des Affaires Internationales de l'USAEC.

[28] "They may not engage directly in the preparation of the plant design."

[29] "Because the development and design of this up-to-date multi-purpose processing plant will yield useful and valuable information."

[30] "Accordingly the AEC shall receive, for whatever use and dissemination as the Commission may desire, all disclosable communicable information developed or acquired by the Commission. Also, the AEC may at any time send representatives to the Eurochemic project for orientation and acquaintance with its program."

[31] Eurochemic/CA(58)12.

[32] Eurochemic/CA(58)13.

[33] Eurochemic/CA(59)1, et Eurochemic/CA(58)17 pour le texte de l'accord.

[34] Source du fond de carte : SOUSSELIER Y. (1960), p. 384.

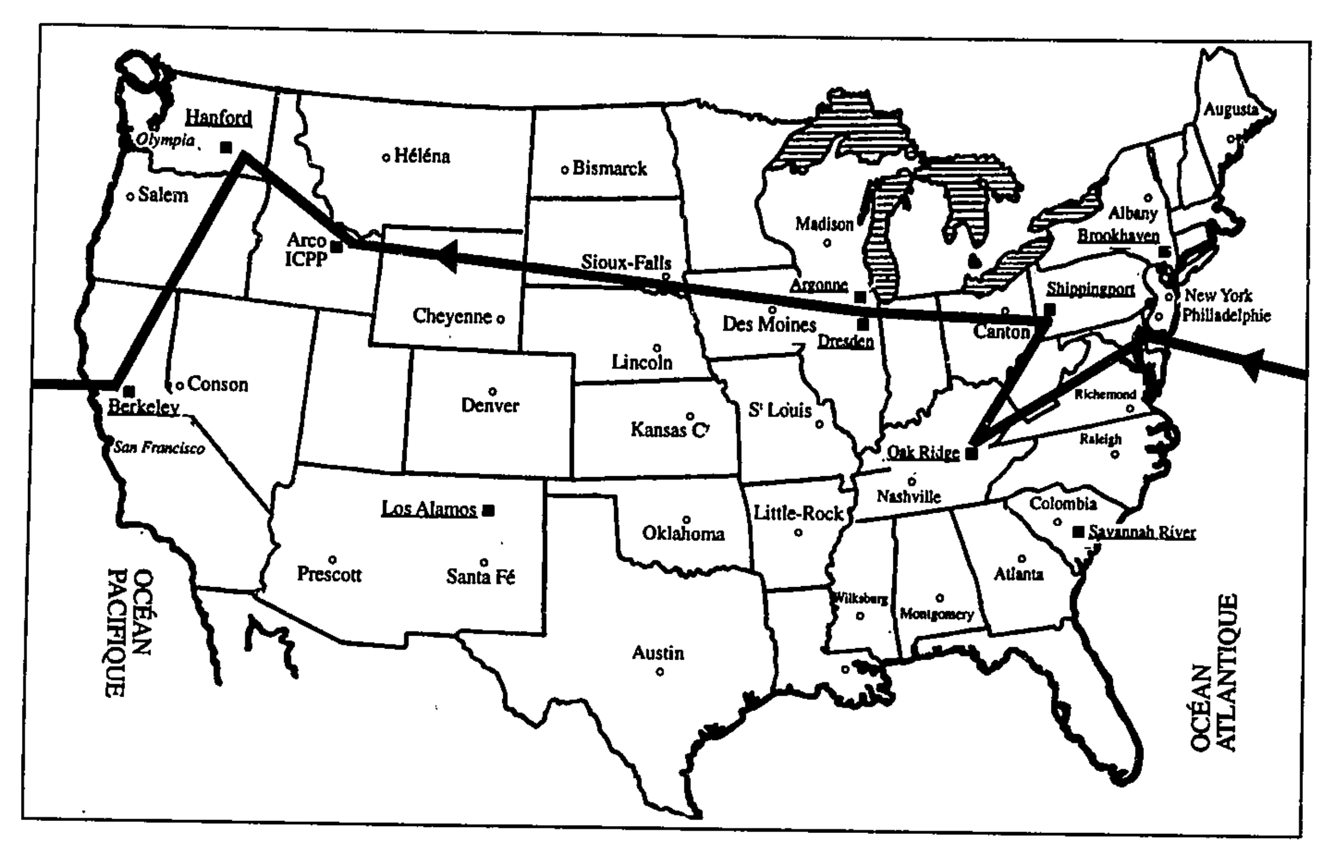



**Figure 26.** Trajet suivi par la mission d'études Eurochemic d'octobre-novembre 1958.

d'Erich Pohland, président du Syndicat d'études, d'Yves Sousselier, président du Comité de direction, d'Erik Svenke, vice-président du Syndicat d'études et d'Erik Haeffner, Directeur du Bureau d'études et de recherches. Pierre Regnaut, chef de la Division Plutonium au sein de la Direction de la Chimie du CEA, les accompagnait comme consultant. Un crédit de 10 000 UC/UEP fut ouvert pour ce voyage.

Tous les centres dont la visite avait été demandée par l'AEEN, Oak Ridge, Savannah River, Hanford et Idaho, ne furent pas ouverts à la mission, organisée par les soins de la Division des Affaires Internationales de l'USAEC. Les sites du retraitement industriel militaire restaient en effet interdits. Savannah River, où se trouvait l'usine au TBP la plus moderne, gérée par Du Pont, fut exclue du programme. De Hanford, les visiteurs ne virent que le bâtiment administratif et la salle de réunion des laboratoires. Ils furent en revanche conduits dans des lieux qui présentaient pour eux un intérêt moindre, comme l'Argonne National Laboratory, ou la centrale de Shippingport, qu'ils visitèrent en même temps que Francis Perrin, le Haut-Commissaire du CEA.

La mission eut lieu du dimanche 19 octobre au jeudi 6 novembre 1958 et suivit un trajet d'Est en Ouest[35].

Les représentants d'Eurochemic furent accueillis dans les nouveaux bâtiments de l'AEC à Germantown (Maryland), près de Washington, les 20 et 21 octobre. De cette journée les visiteurs tirèrent une première vision d'ensemble de la place du retraitement et de la répartition des rôles entre les différents centres américains.

Les quatre sites de retraitement américains, Hanford, Savannah River, Idaho et Oak Ridge, semblaient en 1959 suffire à couvrir les besoins liés à la mise en service des réacteurs de puissance. Une division souple du travail caractérisait les installations : l'uranium naturel et faiblement enrichi était retraité à Hanford pour les combustibles gainés de zirconium et d'acier inox, à Savannah River pour les combustibles gainés d'aluminium et de magnésium. Le combustible hautement enrichi était traité à Idaho; Oak Ridge s'occupait du thorium et des combustibles de réacteurs homogènes, mais devait aussi dans l'usine Metal Recovery modifiée de l'uranium

[35] Un rapport technique était prévu, rédigé par MM. Yves Sousselier et Pierre Regnaut, *Comité de Direction Compte-rendu n°12*, 20-21 novembre, ainsi que par Erik Haeffner. Un compte-rendu du voyage d'études fait en suédois par Erik Svenke à Einar Saeland, rédigé le 13 novembre et envoyé le 1er décembre 1958, est annexé sans cote au dossier du Comité de Direction. Le rapport préliminaire de mission et le rapport définitif sont dans le dossier AEEN/OECE 5.1. Relations avec les Etats-Unis. Il a été ronéoté par le Service Plutonium du Département Chimie du CEA.

enrichi à 20% en provenance des réacteurs navals. Le système de retraitement était donc très complet (Tableau 12).

Tableau 12. **Le «système de retraitement» des Etats-Unis en 1958**

| Site | Type de retraitement |
|---|---|
| Hanford | Uranium naturel gainé de zirconium ou d'acier inoxydable. Procédé REDOX |
| Savannah River | Combustible gainé d'aluminium ou de magnésium. Procédé PUREX |
| Idaho Falls | Uranium hautement enrichi gainé d'aluminium. Procédé à l'hexone (variante de REDOX). Combustible gainé de zirconium ou d'acier inoxydable. Procédé PUREX |
| Oak Ridge | Combustible au thorium. Procédé THOREX. Projet de retraitement des combustibles des réacteurs navals dans l'ancienne usine pilote. |

Le transport des combustibles irradiés apparaissait en plein essor, mais se posait comme en Europe le problème des normes. La construction des conteneurs était de la compétence des entreprises privées.

L'envoi de stagiaires dans des unités de retraitement leur sembla très improbable dans un avenir proche, sauf à Idaho.

Le lendemain commença la tournée des installations à Oak Ridge, qui occupa les 22 et 23 octobre. Les voyageurs rencontrèrent et, pour certains, retrouvèrent Floyd. L. Culler, ainsi que des spécialistes du retraitement de l'ORNL, dont Earl M. Shank.

Furent visités l'ancien pilote de traitement, le Metal Recovery Plant, alors désaffecté et décontaminé, ainsi que l'usine Thorex, alors arrêtée faute de matière à traiter, un atelier pilote de production de césium et de produits de fission, deux installations de traitement des effluents liquides, de faible et moyenne activité. De leur visite à l'ORNL les visiteurs européens retirèrent l'impression que les Américains avaient peu de recherches en cours sur les procédés aqueux eux-mêmes, qui leur semblèrent donc au point pour une exploitation industrielle.

Les discussions techniques portèrent en particulier sur les problèmes de criticité, les procédés expérimentaux de «prétraitement» développés en liaison étroite avec le procédé PUREX, notamment ZIRFLEX pour les gainages au zirconium et SULFEX pour ceux à l'acier inoxydable[36], l'expérimentation de solvants nouveaux moins sensibles que le TBP aux très fortes activités.

Les 30 et 31 octobre furent consacrés à l'ICPP (Idaho Chemical Processing Plant), gérée par la Phillips Petroleum. Ce fut la seule installation de retraitement américaine visitée. Elle devait fortement inspirer la future usine européenne[37], avec laquelle elle partageait de nombreux points communs[38].

L'ICPP comportait un bâtiment principal de 80 m de longueur, 35 m de largeur pour une hauteur maximale de 30 m. Le bâtiment renfermait, juxtaposés, l'usine et son laboratoire d'analyse.

L'usine avait été initialement construite pour traiter les barreaux du réacteur MTR [39], de l'uranium enrichi à 90% gainé d'aluminium, mais avait été par la suite aménagée pour des combustibles à gaine en zirconium ou d'acier inoxydable. Elle était donc devenue polyvalente. La tête de procédé utilisait ainsi soit de l'acide fluorhydrique pour le Zirconium, ce qui nécessitait appareillage en monel, soit de l'acide sulfurique pour l'acier, avec un appareillage en acier inox spécial[40]. L'extraction suivait deux procédés, par l'hexone pour les combustibles du MTR, par le TBP pour les autres combustibles. L'appareillage comportait des colonnes pulsées par membranes. L'usine était à entretien direct, ce qui entraînait des durées de décontamination assez longues. Les cellules étaient recouvertes d'acier inox sur le fond et au moins la moitié de la hauteur. Les zones de travail étaient revêtues de polyvinyle. Le niveau d'irradiation était maintenu à 1 mSv par période de 8 heures. De nombreuses interdictions d'accès montraient l'existence de contaminations accidentelles assez fréquentes.

Le laboratoire comprenait un laboratoire de contrôle de routine recevant directement les échantillons actifs, prélevés par air-lift, dans des récipients plombés, et deux laboratoires plus classiques et très bien équipés.

---

36 Cf . ONU (1958), 15/P/1930.

37 Cf. ONU (1956), P/543 et USAEC (1955).

38 Cf. l'étude comparative à la fin de la 3e Partie, chap. premier.

39 MTR : Material Testing Reactor, réacteur à haut-flux situé au centre d'Idaho.

40 Dit Carpenter 20 (29% de nickel, 20% de chrome, un peu de molybdène).

Les membres de la mission virent également une cuve de stockage des effluents, ainsi qu'une unité pilote de solidification des effluents de haute activité par séchage en lit fluidisé, tous deux en construction.

Les discussions portèrent en particulier sur les coûts. L'usine ICPP aurait coûté 38 M$, dont 9,5 pour le bâtiment principal et l'équipement. Les études de génie chimique et les frais de construction s'étaient élevés à respectivement 5,7 et 10,5 M$.

Le voyage se poursuivit par une conférence sur Hanford dans la salle de réunion des laboratoires du centre situés à Richland le 3 novembre. Les représentants d'Eurochemic ne virent des deux usines chimiques alors en fonctionnement et alimentées en combustibles par les huit réacteurs plutonigènes du site que la photographie de l'une d'entre elles. Les discussions furent cependant fructueuses et portèrent sur les programmes de recyclage du plutonium et sur le projet de retraitement des combustibles des réacteurs de puissance[41].

Il était en effet prévu que Hanford modifie les installations de l'usine militaire REDOX pour commencer en 1962 à retraiter environ 100 t de combustibles en provenance d'une douzaine de réacteurs devant être mis en service aux Etats-Unis entre 1960 et 1963, et fonctionnant à l'uranium naturel ou enrichi à moins de 5%, avec des gainages en zirconium ou en acier inoxydable. L'étude en cours envisageait notamment un dégainage chimique par les procédés ZIRFLEX[42], DAREX[43], NIFLEX ou SULFEX, précédés, éventuellement, par des découpages mécaniques. L'extraction se ferait suivant le procédé REDOX. Le coût était estimé à 5 M$ pour les études et 6,5 M$ pour les constructions et modifications nécessaires.

La mission s'acheva par la visite de l'usine General Electric de fabrication de combustible de San José et par celle du laboratoire de R&D correspondant de Vallecitos[44], ainsi que par celle du laboratoire de Berkeley.

Bilan général de la mission – Eurochemic et le programme américain de retraitement

D'une manière générale, les visiteurs retirèrent de leur mission le sentiment que l'USAEC était intéressée par l'expérience d'Eurochemic. «En effet, leur programme actuel ne prévoit pas de nouvelles constructions d'usines de reprocessing [sic]». Malgré la complexification croissante des matériaux utilisés pour les gainages, l'étude des prétraitements était faiblement avancée. Les travaux de développement sur les procédés aqueux semblaient marquer le pas aux Etats-Unis, à la différence des études sur les procédés par voie sèche (fluoration, pyrométallurgie). Ces derniers n'en étaient toutefois encore qu'au stade du laboratoire. La différence entre Oak Ridge et Argonne les frappa à cet égard.

«Aussi (les Américains) estiment-ils que l'usine d'Eurochemic, plus moderne, bénéficiant des études en cours et des résultats d'expérience de leurs propres usines, pourrait éventuellement leur servir de pilote dans certains domaines». Mais leur intérêt ne va pas jusqu'à permettre l'envoi de stagiaires européens ni dans les usines, ni dans les laboratoires. «Ce fait met bien en évidence l'existence d'un domaine classé important, [...] lié aux questions militaires». L'application de la classification semble à nos visiteurs «souvent un peu ridicule et exagérée». Ils préconisent pour les tourner quelque peu le développement des «relations personnelles, qui nous ont permis de franchir parfois le rideau de la classification, qui, officiellement, a toujours été strictement respecté». «La présence à Mol d'un expert américain est très bénéfique, car elle permettra d'obtenir officieusement des renseignements à la limite de la classification».

En ce qui concerne les aspects techniques, les visiteurs revinrent en Europe avec le sentiment que la somme de 13 M$ envisagée pour la construction de l'usine Eurochemic risquait de se révéler «nettement insuffisante».

La mission européenne essuya des critiques nombreuses et convergentes portant sur le choix du site, qui rendait impossible le moindre rejet d'activité. Elle en tira la conclusion que «les plus grandes précautions devront être prises pour [le] stockage [des effluents liquides], le plus petit incident pouvant avoir de grandes conséquences».

Elle fut également particulièrement sensibilisée au problème des précautions contre les rayonnements et à celui de la contamination.

«Nous avons constaté une fois de plus dans les divers laboratoires ou installations chimiques que nous avons visités que les précautions prises contre le danger des rayonnements sont simples et peu nombreuses. Elles sont basées à la fois sur la confiance faite aux techniciens, et sur la discipline observée par ceux-ci. Les résultats sont en général très satisfaisants.

---

41 Programme appelé «Non Production Fuel Reprocessing», ce qui marque bien la prégnance de la logique militaire du retraitement à Hanford, qui entend par production celle de plutonium et non celle d'électricité.

42 Attaque au fluorure d'ammonium et au nitrate d'ammonium.

43 Attaque à l'eau régale.

44 Le rapport Svenke s'arrête à la visite de l'ICPP.

Nous avons néanmoins remarqué à l'ICPP des opérations de décontamination en cours, et de nombreuses zones d'accès interdit, montrant bien la difficulté qu'il y a à éviter la contamination dans ces usines.»

Le programme d'assistance Eurochemic-USAEC

Au retour de la mission se mit en place le dispositif de coopération entre les Etats-Unis et Eurochemic, bientôt appelé le programme d'assistance Eurochemic-USAEC[45].

En novembre 1958, à l'ONRL, un spécialiste du retraitement que les membres du comité de Direction avaient rencontré pendant leur mission, Earl M. Shank, fut mis par Floyd L. Culler à la tête d'un Secrétariat "with the sole object to provide information to Eurochemic Study and Research Office". Earl M. Shank[46] était un ingénieur chimiste (chemical engineer) qui avait participé à la préparation de quatre installations américaines de retraitement depuis son entrée à l'ONRL consécutive à sa démobilisation en 1946. Il avait donc une longue expérience pratique des problèmes de conception et de construction d'une usine de retraitement, et avait gardé des contacts personnels avec des responsables sur les sites de production aussi bien qu'avec les chercheurs. Ce profil très adapté montre le sérieux avec lequel les Etats-Unis envisageaient la coopération scientifique et technique avec Eurochemic. Son poste, qui devait être à temps partiel, l'occupa bientôt à plein temps. Le Secrétariat était en contact avec Argonne, Idaho, Hanford et Savannah River. "In this way Eurochemic can receive information not only contained in declassified and published reports, but also technical know-how and information of unclassified nature which can be extracted from classified reports".

Outre-Atlantique l'expert américain dépêché à Mol, E.L. Nicholson, recensait les besoins et transmettait les rapports techniques, "Eurochemic's Technical Reports" (ETR) produits par le BER puis par les différentes directions d'Eurochemic pour information et commentaire. Ces rapports étaient rediffusés auprès des institutions américaines concernées par le biais du National Technical Information Service sous forme de rapports de l'USAEC[47]. Ce dispositif fonctionna jusqu'à la fin de 1970.

E.L. Nicholson resta à Mol jusqu'en juillet 1960. Robert J. Sloat, qui provenait de Hanford, où il avait travaillé sur l'usine REDOX puis au Hot Semi-Works Pilot Plant lui succéda le 1er novembre 1960 et resta jusqu'au 10 mai 1962. Alors Earl M. Shank lui-même quitta Oak Ridge pour s'installer à Eurochemic en août 1962 et resta en poste jusqu'en 1969, envoyant régulièrement des Progress Reports où il faisait la synthèse des travaux réalisés. Ainsi les Etats-Unis furent-ils tenus informés pendant toute la période de construction et le début de l'exploitation de l'usine. En retour les personnels d'Eurochemic firent ultérieurement de nombreuses missions d'études et bénéficièrent d'une assistance scientifique et technique importante.

*Les autres liens internationaux*

La coopération avec le Royaume-Uni – Des effets limités

Les membres du Syndicat d'études intérimaires avaient été déçus de la décision de la Grande-Bretagne de ne pas participer à l'entreprise, alors que les Britanniques avaient apporté leur concours pendant la période préparatoire. Les raisons de cette évolution ont été suggérées dans la conclusion du chapitre précédent. La déception se traduit dans les textes par une certaine amertume envers eux. Malgré cela la Grande-Bretagne restait un lieu où s'était accumulé un important capital d'expérience. Le pays était membre de l'AEEN/OECE. Il fut décidé de le contacter à nouveau. L'UKAEA répondit en juin 1958.

Le Comité de direction en retira l'impression que les Britanniques «paraissent vouloir s'intéresser à Eurochemic surtout en vue de faire participer leur industrie à la construction», mais soulignait «qu'une collaboration effective pourra être prévue dans le cadre de discussions sur les projets d'ensemble»[48].

Le 9 octobre 1958 la branche industrielle de l'UKAEA, l'Industrial Group Headquarters (IGHQ) de Risley (Warrington) adressa au Conseil d'administration intérimaire des propositions de collaboration[49], sur une base commerciale, avec des possibilités de délais de paiement jusqu'à l'entrée en fonctionnement de la Société. L'IGHQ proposait son assistance technique pour la période intérimaire par des avis techniques écrits, notamment sur les diagrammes de traitement (flow sheets). Cette aide serait «fondée sur l'expérience propre de l'Authority, qui n'entreprendra aucun travail complémentaire à cet égard».[50]

---

45 Progress Report n°4 du 1er décembre 1958, Eurochemic/CA(58)16. En annexe se trouvent la classification des thèmes de coopération et leur codage.

46 Entretiens du 19 avril 1994.

47 Par exemple le premier ETR, signé par Erik HAEFFNER, *Eurochemic. Suggested Organization and work during the interim period*, fut diffusé aux Etats-Unis sous la cote USAEC Report NP-7659.

48 Eurochemic/CA(58)12.

49 Eurochemic/CA(58)14.

50 "Based upon the Authority's own experience and the Authority would put no additional work in hand."

Ce concours serait prolongé pendant la période de construction par des conseils sur les caractéristiques techniques et les normes de contrôle du matériel, les problèmes de sécurité, les programmes de mise en service et d'exploitation ainsi que sur la formation du personnel.

L'IGHQ appuyait également les offres de services de trois entreprises britanniques, W.S. Atkins and Partners, conseillers pour les laboratoires, W.J. Fraser and Co Ltd. et Nuclear Chemical Plant Ltd. pour l'usine de traitement.

Comme l'USAEC, l'UKAEA dégageait sa responsabilité quant à l'usage qui pourrait être fait de ses informations[51].

Le Conseil d'administration intérimaire approuva les termes de cette lettre le 16 décembre 1958.

Le Canada – Un accord de principe et sans suite

Le Canada, qui avait connu des déboires avec sa propre filière de retraitement, avait à l'époque pratiquement abandonné cette activité. Mais le pays était membre associé de l'OECE. Aussi, par une lettre du 3 avril 1958, Pierre Huet informait-il le délégué du Canada auprès de l'OTAN du désir du Syndicat d'études d'examiner les possibilités de coopération technique avec des experts canadiens. Le 20 juin 1958 [52], un accord de principe fut donné par les autorités canadiennes. Il resta sans suite concrète.

### *Les débuts de la coopération avec les entreprises européennes – Le «Groupe de consultation» et le premier choix des firmes associées* [53]

*Les principes de l'association avec les architectes industriels et les entreprises*

Le problème de la forme à donner à la coopération avec les entreprises privées chargées de la réalisation de l'usine et du laboratoire avait fait l'objet de réflexions, en particulier lors de la réunion officieuse du Conseil d'administration intérimaire tenue en marge de la Seconde Conférence de l'ONU sur les utilisations pacifiques de l'Energie Atomique, à Genève, le 9 septembre 1958. Bertrand Goldschmidt y demandait si l'on aurait recours à un maître d'œuvre, une entreprise générale, comme à Marcoule, ou si la construction serait directement pilotée par Eurochemic, suivant le modèle britannique[54]. Le Directeur du Bureau d'études et de recherches, en liaison avec le Comité de direction, fut chargé de réfléchir aux grandes options et de faire une proposition, compte étant tenu « que la formule choisie devra permettre le plus possible la participation de tous les pays membres».

Lors de sa session du 27 février 1959, le Conseil d'administration intérimaire chargeait un «Groupe de consultation» composé d'Erich Pohland, président du Conseil d'administration intérimaire, d'Yves Sousselier, président du Comité de direction, de Pierre Huet, Directeur général de l'AEEN et de Erik Haeffner, Directeur du Bureau d'études et de recherches, de se mettre en rapport avec les sociétés désignées par les administrateurs comme susceptibles de participer à la construction de l'usine comme architectes industriels. Cette démarche résultait d'une réflexion menée au Comité de direction le 20 janvier 1959, portant sur la procédure des travaux, la répartition des tâches entre Eurochemic et les entreprises, et sur une première esquisse des stipulations des contrats[55]. C'est sur la base de ce document que furent pris les premiers contacts.

Les six principes dirigeant les relations entre Eurochemic et les entreprises étaient ainsi définis[56] :

«i) Eurochemic assure constamment, à tous les stades, le contrôle général de l'ensemble des études et des travaux.

ii) Eurochemic effectue elle-même entièrement certaines des études et certains projets détaillés.

iii) Eurochemic fait appel à la collaboration de deux architectes-industriels, l'un pour l'usine, l'autre pour le laboratoire. Ces Architectes industriels se voient confier, à partir des projets établis par Eurochemic, la fin des études de génie chimique, l'établissement des dossiers d'appels d'offres, la coordination et la surveillance des entrepreneurs et fournisseurs.

iv) La réalisation de certains ensembles annexes ou partiels (station de traitement des effluents, ventilation du bâtiment principal, etc...) peut être confiée à des Architectes-industriels

---

51 «L'Authority ne peut garantir en aucune manière que l'utilisation par Eurochemic d'une information qu'elle lui aurait fournie n'affecte pas les droits de brevets ou d'autres droits appartenant à des tiers, mais elle accorderait une licence non exclusive sur les brevets belges qu'elle posséderait en ce domaine.»

52 Document non coté, 4e réunion du SE.

53 Eurochemic/CA(59)12 du 25 mai 1959.

54 Eurochemic/CA(58)12. Sur l'organisation britannique, voir GOWING M. (1974), Vol. 2, chap. 21-22.

55 Eurochemic/CA(59)2 du 13 février 1959.

56 Ibid., p.3.

spécialisés ou à des consultants industriels ; l'architecte-industriel principal assure la coordination de leurs travaux.

v) La construction proprement dite et la fourniture du matériel sont confiés à des entrepreneurs et des fournisseurs choisis par Eurochemic sur proposition des Architectes industriels.

vi) Tous les contrats avec les architectes-industriels, les consultants industriels, ainsi que les commandes et marchés avec les entrepreneurs sont passés par Eurochemic.»

La répartition concrète des travaux entre Eurochemic, les architectes-industriels et les consultants industriels est précisée pour les différentes étapes des deux projets, celui de l'usine et celui du laboratoire, des études préliminaires de génie chimique à la construction proprement dite, suivant ces principes[57].

L'organisation générale de la conception et de la construction s'élaborait donc autour de trois pôles, d'une part le maître d'œuvre Eurochemic, concepteur du projet, d'autre part le groupe des architectes industriels chapeauté par l'architecte industriel principal chargés du projet détaillé et de la direction des travaux, agissant comme bureaux d'études et comme architectes, enfin les entreprises chargées de l'exécution des travaux, avec leurs fournisseurs et sous-traitants.

*Le choix des architectes industriels*

Seize entreprises appartenant à 11 pays[58] furent consultées par des membres du Groupe entre le 13 avril et le 21 mai 1959. Ces contacts conduisirent le Groupe à faire les premières propositions de répartition des tâches à la quasi-totalité des entreprises approchées.

Les propositions allemandes concernaient quatre entreprises, Friedrich Uhde GmbH, Dortmund, Leybold-Hochvakuum-Anlagen GmbH, Cologne, Lurgi-Gesellschaften, Francfort, et Siemens & Halske A.G., Karlsruhe.

La Norvège avançait le nom de Noratom A/S, Oslo, la Suède celui de Bofors, Stockholm, le Danemark présentait l'équipe de quatre entreprises chargées de la réalisation du centre de recherches nucléaires alors en construction de Risø, Preben Hansen et Paul Niepoort, architectes, Steensen et Varming, génie civil, Mogen Balsev, électro-technique. La Belgique proposait Belchim S.A, la France Saint-Gobain, la Suisse Suter & Suter, Architekten B.S.A., l'Espagne la C.A.L. Officina Técnica de Proyectos, l'Italie Montecatini, les Pays-Bas Comprimo N.V. La taille de ces entreprises est très variée, de même que l'ampleur de leur expérience en matière de construction nucléaire. L'objet du projet Eurochemic était de faire coopérer ces entreprises pour leur permettre d'acquérir un savoir-faire plus vaste dans le domaine nucléaire.

Du Tableau 13, qui regroupe les caractéristiques des entreprises consultées, se dégagent plusieurs conclusions.

Les grandes entreprises chimiques européennes sont présentes par le biais de leurs filiales ou par leurs liens de coopération : c'est le cas de Montecatini, de Saint-Gobain, mais aussi des Farbwerke Hoechst, par l'intermédiaire de Uhde et de Leybold, ou de la Royal-Dutch Shell, alors actionnaire principal de Comprimo. Ciba n'intervient pas directement mais la firme Suter et Suter a été choisie par son intermédiaire. La grande industrie métallurgique est aussi représentée, Bofors directement, l'UMHK indirectement par Belchim, Metallgesellschaft par Lurgi. De même l'électrotechnique par une filiale de Siemens.

L'expérience nucléaire des différentes entreprises reflète bien sûr l'état d'avancement du nucléaire dans chaque pays. Il y a peu de points communs entre une petite société espagnole ayant fourni des services non nucléaires lors de la construction d'un réacteur expérimental, et SGN qui, en 1959, a déjà réalisé un pilote de retraitement et une usine militaire en vraie grandeur.

Derrière les propositions de groupement qui sont faites par la Belgique, par le Danemark et par la Norvège se profile une option d'organisation du travail de l'architecte industriel, qui tente de pallier l'inexistence dans le pays d'une entreprise spécialisée dans le domaine nucléaire par la mise en commun des compétences pour le projet. Noratom, Belchim et le Groupe danois de Risø avancent l'idée de prélever temporairement des spécialistes parmi les membres de leur groupe. Le danger de fractionnement et celui du manque de coordination conduisirent le groupe de consultation à écarter pour l'architecte-industriel principal une formule de ce genre.

Une autre possibilité aurait été de constituer une nouvelle société internationale, chargée de la réalisation des travaux. L'adoption d'une telle solution[59] avait été écartée car elle aurait retardé le début des travaux et aurait compliqué le processus de décision en remettant en cause le pouvoir d'Eurochemic.

---

57 Ibid. p. 5 à 11.

58 Ni la Turquie, ni le Portugal ne furent en mesure de proposer une entreprise.

59 Proposée par l'une des entreprises contactées, non citée dans la source.

Tableau 13. **Entreprises contactées par le Groupe de Consultation d'Eurochemic en 1959**

| Nom | Nature de l'entreprise et domaine d'action | Siège et établis-sements | Effec-tifs | Remarques | Expérience nucléaire en 1959 |
|---|---|---|---|---|---|
| Belchim (Société belge de Chimie nucléaire) | Groupement ad hoc de sociétés chimiques et métallurgiques belges, S.A. au capital de 7 M FB, créée le 17 juin 1958, actionnaire de l'entreprise depuis le 1er janvier 1959 (27 actions) | Bruxelles | | Principaux actionnaires: SGMH, UMHK, Société belge de l'Azote et des Produits chimiques du Marly S.A. (actionnaire majoritaire des trois, la SGB) Servirait de bureau central technique répartissant les tâches entre les différents bureau d'études ou services techniques des Sociétés membres | Par Hoboken, producteur industriel de radium et d'uranium à Olen. Par une des filiales de Hoboken, MMN (Métallurgie et Mécanique Nucléaire), constructeur d'une usine de fabrication d'éléments combustibles à Dessel (à côté de Mol), futur établissement belge de la FBFC |
| Bofors | Explosifs et matériels d'artillerie, métallurgie militaire et civile (aciers spéciaux), division ingénieurs conseil | Stockholm | | Pour Eurochemic, s'associerait avec les entreprises suédoises suivantes: Uddeholm, Johnson Line (Avesta), ASEA, Stockholm Superphosphate Company, Reymersholm. (ultérieurement NOHAB) | Plans des dispositifs de manutention du combustible du réacteur suédois R3 Adam |
| C.A.L. Officina Tecnica de Proyectos | Architectes industriels | Madrid | n.c. | | Travaux de bâtiment, génie civil électricité et ventilation pour le réacteur-piscine du Centre d'energie Nucléaire de la Moncloa (coopération avec des entreprises américaines) |
| Comprimo N.V. | Société d'Etudes et de construction travaillant surtout pour l'industrie pétrolière et la chimie | Amsterdam | 300 | | Ingénieur conseil à la construction du réacteur-piscine de l'Université de Delft, réalisation des plans du réacteur à suspension homogène KEMA. |
| Friedrich Uhde GmbH | Société d'Etudes et de construction, filiale de Knapsack Griesheim A.G. Activités chimiques (ammoniac au départ, diversification ensuite) | Siège social et bureau d'Etudes à Dortmund, Construction aux Farbwerke Hoechst | environ 1000 | Liens avec les Farbwerke Hoechst | Conception et exploitation d'une usine-pilote d'eau lourde (conception Hoechst) Projets et plans du laboratoire de l'Institut des transuraniens de Karlsruhe et du laboratoire de haute activité de Jülich (Juliers) |
| Groupe des construc-teurs du Centre de Risø | Preben Hansen, un des architectes officiels du Gouvernement danois Paul Niepoort, architecte industriel, Steensen et Varming (génie civil), et Mogens Balslev (ingénieurs en électrotechnique) | | | Steensen et Varming, associé à Mogens Balslev, dirigent les travaux en cours du nouveau siège de l'OTAN à Paris | Paul Niepoort: construction de laboratoires chauds (expérience aux Etats-Unis) Le Groupe a réalisé dans des délais très courts le Centre de Risø. |
| Leybold-Hochva-kuum-Anlagen GmbH | Société de construction et service d'ingénieurs conseil Vide poussé, notamment dans les usines chimiques(distillation, fusion) | Cologne | environ 200 | collaborateur habituel de Uhde | Plan de l'Institut für Radioaktive Körper de Düren, Institut des Transuraniens de Karlsruhe, installation de traitement des isotopes pour le Hahn Meitner Institut de Berlin, études d'installations de déchargement des éléments combustibles pour des projets de réacteurs allemands |
| Lurgi-Gesell-schaften | Société d'Etudes et de construction, affiliée au groupe Metallgesellschaft Technique des hautes pressions en chimie, métallurgie, purification de l'eau, de l'air et des gaz | Francfort | 1700, dont 300 en usine-pilote | | Usines de concentration de minerais d'uranium et de thorium, de purification (pour le compte de la Société Générale de Hoboken), méthodes de traitement des déchets et de décontamination d'effluents, purification d'eau lourde dans un réacteur de recherche |

(Suite du tableau)

| Nom | Nature de l'entreprise et domaine d'action | Siège et établissements | Effectifs | Remarques | Expérience nucléaire en 1959 |
|---|---|---|---|---|---|
| Montecatini | Industrie chimique, non ferreux, important autoproducteur électrique, importante division d'ingénierie | Milan 174 établissements | 60000 | Possède une petite section nucléaire orientée vers les utilisations des radioisotopes dans le domaine médical, au sein de sa division pharmaceutique | Participation depuis 1946 au CISE de Milan En association avec FIAT dans SORIN, constructeur du centre de Recherches nucléaires de Saluggia. |
| NORATOM A/S | Groupement d'entreprises et d'organisations de recherche pour des projets nucléaires. Compétence polyvalente | Oslo | à géométrie variable (25 000 dans les différentes sociétés du groupe) | Entreprises de désireuses de participer à Eurochemic par le biais de NORATOM: Norsk-Hydro-Elektrisk Kvaelstofaktiegeselskap, Elektrokemisk A/S, Borregaard A/S, Kvaerner Brug A/S, Norsk Spraengstofindustri A/S, Norconsultants. Instituts de recherche: Institutt for Atomenergi, Chr. Michelsens Institut, Sentralinstitutt for Industriel Forskning | Constructeur de l'installation pilote de retraitement de l'Institutt for Atomenergi de Kjeller. |
| Saint-Gobain Nucléaire (SGN) | Division spéciale de la Société verrière et chimique Saint-Gobain. Actionnaire d'Eurochemic (22 actions) | Paris 90 établissements pour la maison-mère avec les filiales. | 20 000, dont 250 pour SGN | Activité nucléaire depuis 1952, SGN créée en 1955 | Usine-pilote de retraitement de Fontenay-aux Roses, usine de retraitement de Marcoule, usine de fabrication d'uranium de Narbonne. Travaux en cours en 1959:laboratoires de chime et cellules chaudes de Marcoule, installation de stockage et de dégainage mécanique des éléments combustibles des réacteurs G2 et G3. |
| Siemens & Halske A.G. | Société de fabrication d'équipement électrotechnique et d'appareillages de mesure, filiale du Groupe Siemens | Karlsruhe | n.c. | | Constructeur du laboratoire nucléaire de Siemens à Erlangen, du laboratoire des isotopes des Bayerwerke de Wuppertal, participation aux plans de l'Institut de radiochimie de Garching |
| Suter & Suter Architekten B.S.A. | Architectes industriels polyvalents | Bâle | 100 et plus par association sur mesure | proposée par CIBA ? | Aucune |

*La première esquisse de répartition des tâches*

La proposition préliminaire de répartition des tâches entre les différentes entreprises consultées tentait en mai 1959 de faire la part entre l'expérience déjà acquise et l'objectif du projet européen, qui était de permettre au plus grand nombre possible d'entreprises de prendre une part active à la construction de l'usine. Elle établissait la distribution suivante.

Saint-Gobain serait l'architecte industriel principal chargé de réaliser l'usine de traitement et de coordonner l'ensemble des travaux. L'entreprise française répondait pleinement aux besoins définis par Eurochemic car elle était la seule à disposer d'une division spécialisée et expérimentée. De plus la France avait mis comme condition à sa participation le choix de Saint-Gobain comme architecte industriel. Marcoule était entrée en exploitation en 1958 et la construction d'un nouvel établissement de retraitement n'était pas encore décidée. Travailler sur le projet de l'usine de Mol s'articulait donc parfaitement alors avec le calendrier national de SGN [60]. René Grandgeorge, Directeur Général de Saint-Gobain, firme qui avait acquis vingt-deux actions

[60] Le site de la Hague pour la nouvelle usine n'est choisi qu'en 1960. En fait les retards pris par l'avancement du projet par rapport au plan initial devaient entraîner le déroulement parallèle des travaux d'ingénierie pour Eurochemic et pour UP2.

d'Eurochemic en 1958, était présent à presque toutes les réunions du Syndicat d'études intérimaire et siégeait, comme titulaire du deuxième poste d'administrateur français, au Conseil d'administration intérimaire.

Bofors serait chargé de la réception des éléments de combustibles, de la manutention mécanique et du dégainage mécanique (alors envisagé). La justification de ce choix tient dans l'expérience de l'entreprise dans la conception d'ensembles mécaniques, la manutention à distance d'explosifs et sa petite expérience nucléaire.

Le système de ventilation, d'échantillonnage et le laboratoire d'analyses de l'usine de traitement seraient réalisés conjointement par Lurgi, Uhde et Leybold. Le dispositif de commande des opérations de traitement qui présentent une certaine analogie avec les commandes d'installations à automatisme très poussé utilisés dans l'industrie pétrolière, serait confié à Comprimo Montecatini serait responsable de la station de traitement des effluents. Noratom se verrait chargée des installations de stockage des déchets fortement radioactifs. Le laboratoire de recherche serait construit par le groupe danois, par C.A.L. et par Suter & Suter. Ces trois entreprises formèrent une association qui prit le nom de SDS (Switzerland-Denmark-Spain). Il n'y avait donc pas pour le laboratoire de recherche d'architecte industriel principal, contrairement à ce qui avait été initialement envisagé. Siemens & Halske fournirait le matériel de laboratoire.

A Belchim, qui était le principal actionnaire privé d'Eurochemic devait échoir l'aménagement du site et les services généraux, bureaux, fourniture d'énergie et de vapeur, etc. Le groupe belge était choisi du fait de sa proximité mais sa candidature au rôle d'architecte industriel principal n'était pas retenue. Elle aurait pu «soulever une question de répartition équitable des travaux entre les pays participants», de nombreux contrats de fourniture étant dévolus à des entreprises belges. De plus, sa nature de groupement ad hoc et en particulier l'absence de personnel permanent rendait difficile d'envisager de lui conférer ce rôle de première importance.

La déception des Belges fut grande. Elle fut soulignée par une intervention conjointe de Marcel De Merre et de M. Van der Meulen[61] au Conseil d'administration intérimaire, regrettant «qu'il n'ait pas été suggéré de confier à la Société Belchim une tâche plus directement liée à la technique nucléaire qui lui conviendrait beaucoup mieux» et suggérant le traitement des effluents.

Lors de la première réunion qui eut lieu entre les membres du Comité de direction et les architectes industriels, des ajustements furent opérés dans la distribution des tâches, pour tenir compte du désappointement belge ; Belchim reçut la responsabilité du traitement des effluents, Montecatini obtenant en contrepartie l'étude de la tête de procédé, ce qui diminuait la part de Bofors. La tâche des trois entreprises allemandes, qui se réunirent dans une association, l'Ingenieurgemeinschaft Kernverfahrenstechnik (IGK), était précisée : elle s'occuperait des laboratoires de contrôle analytique ainsi que de la récupération de l'acide nitrique[62].

Lors de la même réunion les architectes industriels convinrent de la constitution à Mol d'un bureau commun d'ingénierie. Les modalités de rétribution des architectes industriels faisaient cependant encore l'objet de discussion, de même que la nature et les clauses des contrats.

Si une première répartition des tâches pouvait ainsi s'esquisser en juillet 1959, c'est parce que sur le terrain, à Mol, des travaux concrets avaient été entrepris par le Bureau d'études et de recherches sous le contrôle du Comité de direction et qu'un premier avant-projet avait pu être mis sur pied, préfiguration, encore lointaine toutefois, de l'avant-projet détaillé de juin 1961 qui servit de base à la construction.

### Le projet prend forme(s) – L'élaboration des avant-projets et la constitution de la Société internationale par actions

#### *L'installation à Mol et les travaux du Bureau d'études et de recherches (BER)*

Le Bureau d'études et de recherches bénéficia de l'hospitalité du Centre d'études nucléaires. Le terrain destiné à recevoir Eurochemic était très proche du CEN. Les études démarrèrent dès mai 1958, les recherches au début de 1959, quand les travaux d'aménagement des laboratoires furent achevés.

#### *L'accord avec le CEN et la préparation de l'achat du terrain*

Le Bureau d'études et de recherches, hôte du CEN

Le CEN avait pris une part active dans la formulation des propositions de site belge. Le Directeur du Département chimie, Maurice D'Hondt, faisait partie du Comité de direction. Le CEN montra un grand esprit de coopération pour faciliter les premiers pas de l'entreprise en Belgique. Il proposa même de faire des avances de fonds pour les premiers mois (Figure 27).

---

61 Eurochemic/CA(19)13 du 29 mai 1959, p. 3.

62 Compte-rendu de la 20e réunion du Comité de Direction, 8 juillet 1959.

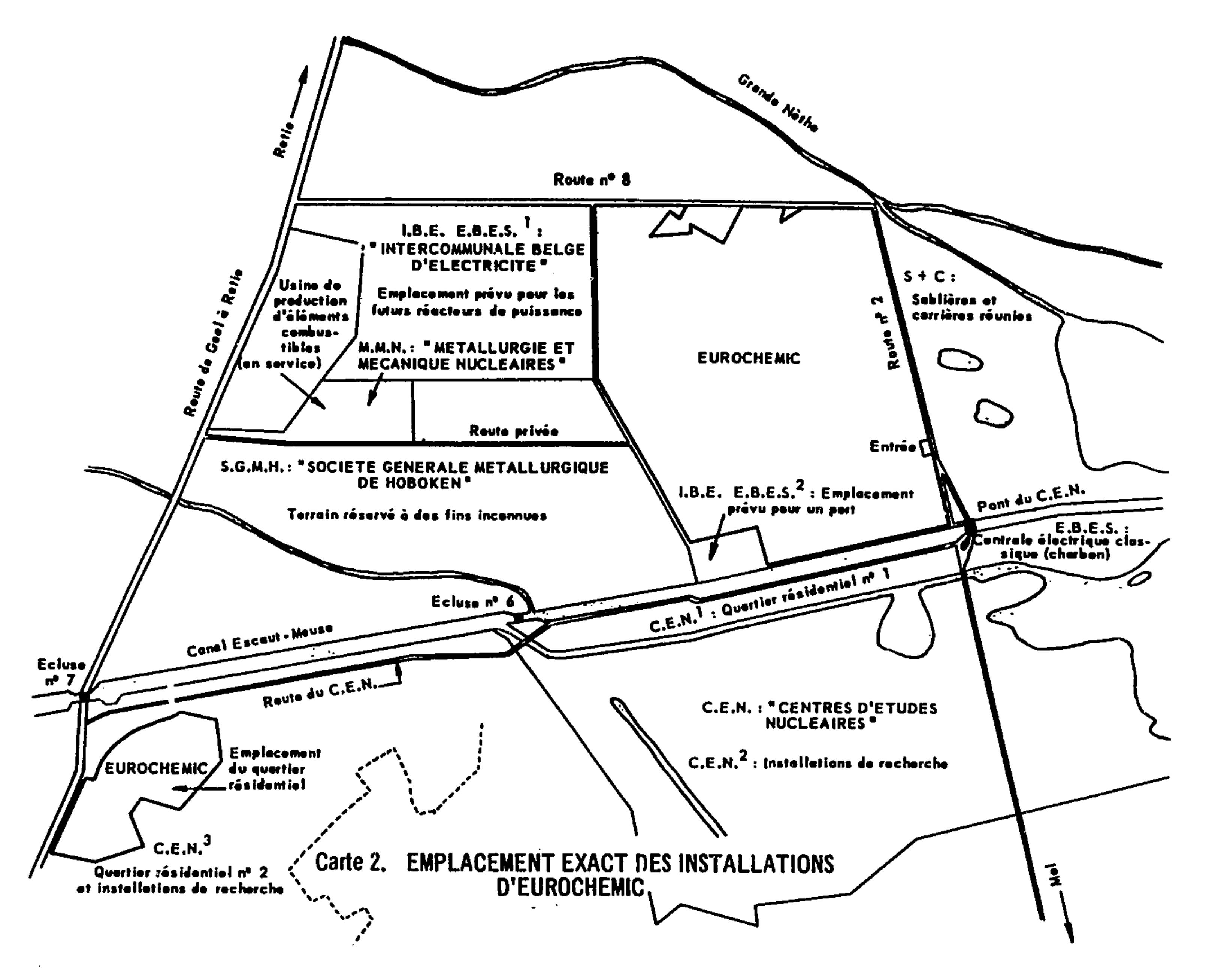



**Figure 27.** Le «complexe nucléaire» de Mol. Eurochemic et ses voisins en 1961. (Source: RAE 1, p. 54.)

Le Bureau d'études et de recherches ne s'installa pas à Mol dans ses propres murs[63], mais fut hébergé par le CEN, qui lui loua, en application d'un accord passé le 1er juin 1958 [64] entre son Directeur et le Directeur générale de l'AEEN/OECE, locaux, bureaux et laboratoires, lui fournit les prestations nécessaires – ameublement, chauffage, éclairage, téléphone, ventilation, ainsi que des facilités administratives – assistance du bureau d'achat, polices d'assurance communes, utilisation de la cantine du centre.

Une Commission mixte[65] comprenant MM. Goens et Hubert du CEN et le Directeur du BER, Erik Haeffner, comme membres permanents, se réunit une fois par mois à partir de décembre 1958 pour régler les questions d'intérêt commun.

Les laboratoires actifs n'étaient pas équipés pour le genre de travaux qu'envisageait Eurochemic. Il fut donc nécessaire d'apporter des adaptations à l'infrastructure existante, ce qui retarda de quelques mois le début du programme expérimental. Celui-ci débuta en janvier 1959 par le montage des premiers appareillages, comme les appareils de dissolution ou d'extraction par solvant[66].

L'achat du terrain

En mai 1958 la superficie et les conditions d'achat du terrain que devait occuper Eurochemic n'avaient pas été encore définies précisément[67]. L'idée initiale d'installer l'usine sur un terrain jouxtant le CEN avait été toutefois abandonnée, du fait des propres projets d'extension du centre, au profit d'un emplacement appartenant à la SGMH, voisin, mais séparé du CEN par le canal Meuse-Escaut et situé sur la commune de Dessel. Ce changement fut regretté par les membres du Comité de direction car cela signifiait que les conduites d'effluents de l'usine devraient franchir le canal pour qu'ils soient traités dans les installations du centre, ce qui pouvait constituer un risque potentiel de pollution[68].

En juin, le CEN informait le Conseil d'administration intérimaire qu'il était disposé à construire un pont sur le canal permettant une liaison directe entre le Centre et le terrain destiné à Eurochemic[69].

En juillet 1958 M. Van der Meulen informait officiellement le Conseil d'administration intérimaire que la SGMH était prête à céder son terrain à Eurochemic à prix coûtant et, en tout état de cause, à moins de 10 millions de FB. Le Conseil d'administration intérimaire se montra favorable au site, mais désireux que toute habitation soit interdite dans une zone d'environ 1 km bordant le terrain. Il se prononçait aussi pour qu'une option soit prise sur une partie d'un nouveau terrain que le CEN envisageait d'acheter notamment en vue d'y loger son personnel et qui devait ultérieurement devenir le quartier résidentiel 2 [70].

En septembre des discussions étaient menées entre le Bureau d'études et de recherches, la SGMH et la Société anonyme de Traction et d'Electricité, qui étaient propriétaires de terrains jouxtant celui prévu pour Eurochemic, pour la mise en commun éventuelle d'infrastructures. Ces espaces devaient en principe accueillir d'autres installations nucléaires[71].

En fait toute la partie située au Nord du Canal, en face du CEN, reliée à lui par un pont, devait se transformer en zone industrielle nucléaire. Hoboken avait déjà cédé du terrain à sa filiale MMN pour y établir une usine de fabrication de combustible, le futur établissement de Dessel de la Franco-Belge de Combustibles Nucléaires (FBFC).

Les premières analyses du site commencèrent en décembre 1958. En février 1959 un projet de contrat était préparé entre le Directeur du Bureau d'études et de recherches et Hoboken, portant sur la cession de 96 hectares. Les discussions furent alors menées au niveau du Secrétariat de l'AEEN [72] avec la Société Générale Métallurgique de Hoboken (SGMH) et débouchèrent sur une promesse de vente signée le 24 juillet pour 8,7 M FB [73]. La transaction effective devait intervenir peu après la constitution de la Société Eurochemic. Elle supposait la participation d'Eurochemic à un certain nombre d'aménagements de voirie.

---

63 La première pierre du premier bâtiment d'Eurochemic, le bâtiment administratif 11, ne fut posée qu'en 1960.

64 Eurochemic/CA(58)4. 336 $m^2$ de laboratoires actifs, 80 $m^2$ de laboratoire d'analyse et 138 $m^2$ de magasin d'équipement étaient ainsi loués.

65 Joint Committee.

66 Progress Report n°2, p. 2.

67 Eurochemic/CA(58)4.

68 Témoignage d'Yves Sousselier.

69 Eurochemic/CA(58)7.

70 Eurochemic/CA(58)8 du 24 juillet 1958.

71 Document sans cote : Board of Directors, Progress Report n°3 (du 30 septembre 1958).

72 Eurochemic/CA(59)6 du 25 mars 1959 et surtout Eurochemic/CA(59)9 du 22 mai 1959.

73 Une clause de préférence était prévue en faveur de Hoboken en cas de revente par Eurochemic.

*L'action du Comité de direction et du Bureau d'études et de recherches*

Croissance et organisation du Bureau d'études et de recherches

Les premiers membres du BER, c'est-à-dire le Directeur et 6 personnes, s'installèrent à Mol en mai 1958. En décembre 1958, le Bureau comptait 21 membres, 33 en janvier et 41 en avril 1959.

Tableau 14. **L'évolution détaillée des catégories de personnels**[74]

| Fonction | 08/1958 [75] | 1/1959 | 4/1959 |
|---|---|---|---|
| Directeur | 1 | 1 | 1 |
| Experts[76] | 8 | 11 | 12 |
| Techniciens et assistants[77] | 5 | 8 | 11 |
| Dessinateurs | 1 | 5 | 8 |
| Employés d'administration[78] | 3 | 5 | 5 |
| Sténodactylographes et auxiliaires[79] | 3 | 3 | 4 |
| Total | 21 | 33 | 41 |

Le recrutement se heurta à un certain nombre de difficultés, tenant à l'isolement relatif du site, au caractère faiblement incitatif de la rémunération offerte tout d'abord[80], enfin à la difficulté à trouver un logement dans les environs. Ce dernier problème, qui se posait aussi pour les employés du CEN, amena la Commission mixte CEN-Eurochemic à envisager un programme commun de construction de logements[81], des maisons individuelles en lotissement – un type d'habitat courant dans la région – ainsi qu'un immeuble à plusieurs étages d'appartements destiné principalement aux célibataires de l'entreprise.

L'organigramme du Bureau d'études et de recherches s'articulait autour des fonctions de R&D d'une part et des fonctions administratives d'autre part. Ses grandes lignes avaient été fixées dès l'été 1958, et répondaient aux exigences du programme technique dont les principales étapes avaient été établies en mai (cf. infra), deux modifications étant intervenues : la section équipement du BER fut divisée après octobre en deux sections, génie chimique d'une part, instrumentation de l'autre ; un audit portant sur la branche administrative réalisé en décembre à la demande de l'AEEN aboutit à l'éclatement de la Division chargée à la fois de la comptabilité et des achats en 2 sections spécialisées. En avril 1959, le Bureau d'études et de recherches s'organisait donc de la façon montrée en Figure 28.

Les experts des différentes sections reflétaient la structure internationale de l'entreprise.

La Section génie civil et construction était menée par un Suisse et un Allemand, E. Lüscher et Walter Schüller, la Section procédé par un Belge et un Italien, Emile Detilleux et Maurizio Zifferero, auquel succéda rapidement G. Calleri. Dans la Section du génie chimique on trouvait un Autrichien qui travaillait pour Lurgi, O. Jenne, un Français et un Danois d'origine autrichienne, André Redon et Franz Marcus. Un Espagnol, E. Lopez-Menchero, rejoignit la Section procédé après l'adhésion de son pays. La Section de santé publique était dirigée par un Néerlandais[82], H.H.Ph. Moeken, l'analyse chimique par S. Ahrland et K. Samsahl, un Suédois et un Norvégien. Enfin un Allemand, Rudolf Winkler, gérait la Section instrumentation. La plupart de ces hommes avaient entre 30 et 35 ans et il s'établit vite dans ce petit groupe une atmosphère de franche coopération dont la plupart garde encore un souvenir ému.

Les techniciens et dessinateurs étaient dans leur grande majorité des Belges et, pour certains d'entre eux, provenaient du CEN.

L'équipe était complétée par des consultants extérieurs, appelés pour des missions de durées variables. Parmi ceux qui firent plus qu'une intervention ponctuelle, il faut citer, outre E.L. Nicholson, qui assurait la

---

74 Source : Eurochemic(59)9. Une erreur de date et une interversion ont été corrigées dans le tableau.

75 RAEEN1(1960), p. 58.

76 Plus 1 poste non pourvu en avril 1959.

77 Plus 2 postes non pourvus en avril 1959.

78 Dont un agent comptable détaché par l'OECE auprès du BER.

79 Plus 1 poste non pourvu en avril 1959.

80 Et qui dut être rapidement revue à la hausse.

81 En avril 1959 un architecte prépara les plans préliminaires d'une résidence.

82 La présence d'un Néerlandais à ce poste répondait aux inquiétudes particulières de ce pays, dont la frontière est située à une dizaine de kilomètres de l'usine. M. D'Hondt insista sur cette nécessité dès la réunion du Comité de Direction du 27 mars 1958. Le poste fut pourvu en novembre 1958.

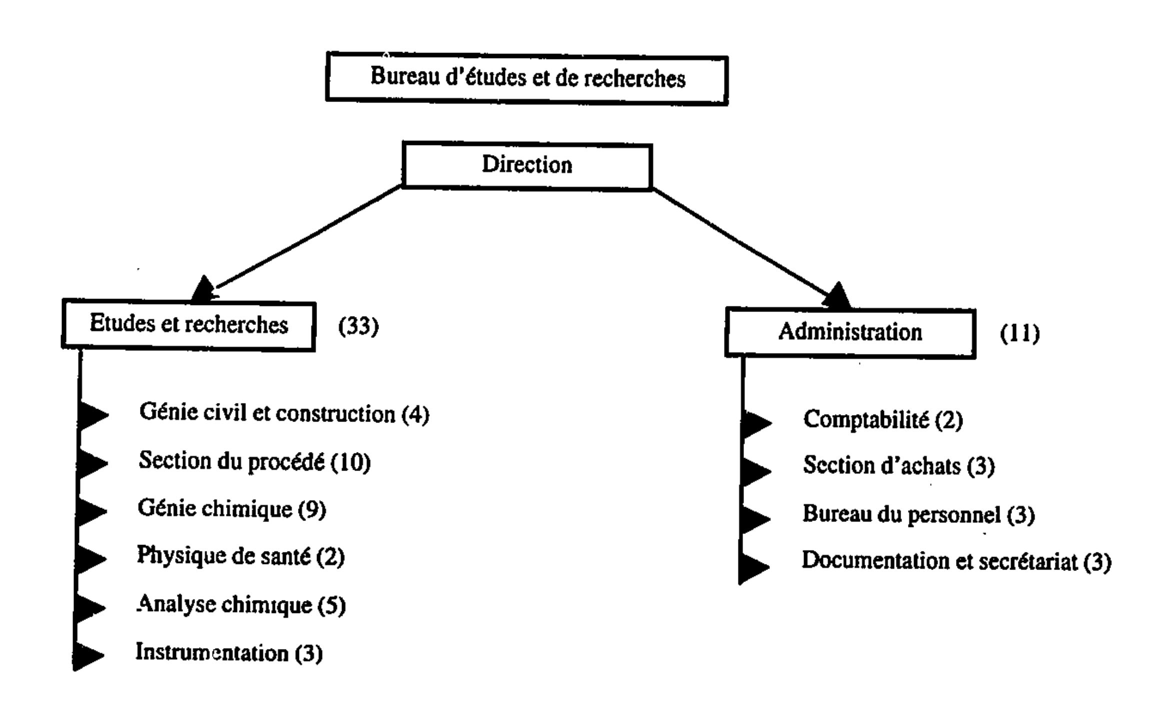



**Figure 28.** Le Bureau d'études et de recherches de Mol en avril 1959 (entre parenthèse le nombre de personnes employées, deux postes non pourvus compris: un expert en instrumentation et une secrétaire en documentation).

liaison avec l'ORNL et travaillait alors essentiellement en collaboration avec les experts de la Section du procédé, Pierre Regnaut, du service plutonium du CEA. Michel Lung, qui avait été détaché en permanence auprès du BER par SGN, demeura à Mol jusqu'à l'établissement de l'avant-projet détaillé en 1961.

Les grands axes de l'action du Bureau d'études et de recherches

Le Bureau d'études et de recherches avait pour tâche principale d'établir l'avant-projet de l'usine et de commencer certaines études chimiques intéressant l'activité de l'usine. Il remettait tous les trimestres un rapport d'activité au Conseil d'administration intérimaire, qui permet de mesurer l'avance du travail réalisé à Mol. Il n'est pas possible ici de rentrer dans les détails techniques[83], mais il est nécessaire de suivre l'évolution institutionnelle et d'indiquer les principaux choix établis.

Les principes et les principales articulations du «programme de base» du Bureau d'études et de recherches furent présentés dans le premier Rapport d'activité du 17 mai 1958 [84].

Le principe du programme «consiste à choisir, d'après les connaissances déjà acquises et les informations existantes, les méthodes et le matériel susceptibles de donner les meilleurs résultats dans les conditions propres de l'usine Eurochemic. Une fois effectué ce choix préliminaire, il s'agira d'étudier le processus chimique fondamental et ses diverses possibilités d'adaptation. La connaissance approfondie des réactions chimiques qui se situent à la base des procédés utilisés est un élément essentiel.

Le choix définitif et la conception des appareils essentiels devront s'appuyer sur des essais à l'échelle industrielle (ou à peu près)».

Il suppose donc plusieurs démarches articulées entre elles : une démarche documentaire, et sélective; des activités de recherche assez proches de la chimie «pure» mais surtout des activités de recherche appliquée, dont les exigences nécessitèrent rapidement la commande d'une station d'essai.

Le programme se subdivise en cinq sous-programmes d'inégale importance, concernant l'implantation, les combustibles à retraiter, le traitement chimique, l'équipement, les instruments de mesure et de contrôle, les

[83] Les Archives Historiques d'Eurochemic comprennent la quasi-totalité des Rapports techniques.
[84] Eurochemic/CA(58)4, p.4 sq.

bâtiments. L'avancement du travail entraîna un relative amplification du projet. Le troisième rapport d'activité de septembre 1958 reprend la plupart de ces sous-programmes, mais en ajoute deux, un «programme expérimental de pré-projet»[85] et un programme de développement. En décembre le quatrième rapport s'organise autour de deux pôles, un programme d'études techniques, duquel un sous-programme sur le laboratoire de recherche est détaché en février, et un programme expérimental. La structure du programme de travail, telle qu'elle est présentée par le directeur du BER, apparaît comme très flexible. Elle reflète l'avancement des travaux mais aussi la prise de conscience progressive que l'ensemble du programme ne pourrait être effectué pendant la période intérimaire. Ainsi est décidé par exemple le report des travaux sur la tête de procédé pour les combustibles gainés au zirconium et à l'acier inoxydable.

Le site fit l'objet d'études et d'investigations portant sur l'organisation géologique et la radioactivité naturelle du sous-sol, l'hydrogéologie et la météorologie. Une attention particulière fut portée au régime des vents. Des contrats furent passés avec le CEN, avec l'Institut Royal de Météorologie et, pour les mesures de la radioactivité, avec le Département de Physique de santé de l'Institut danois de Risø.

Le Comité de direction s'occupa en particulier de la nature des combustibles à traiter et du problème de leur transport. Ces questions, situées en amont de l'activité de l'usine, pesaient sur un certain nombre de choix. Le Comité réalisa une enquête sur les quantités de combustibles. Celle-ci révéla que, jusqu'en 1966, les quantités d'uranium naturel ou faiblement enrichi à traiter correspondraient à la capacité de l'usine. L'analyse des programmes nationaux de développement des réacteurs amena également le Comité de direction à envisager le retraitement à Eurochemic d'uranium enrichi.

Le Comité de direction réalisa également une étude préliminaire sur le transport de combustibles. Le principal problème n'était pas technique. On construisait des conteneurs, appelés aussi châteaux de transport, aussi bien aux Etats-Unis qu'en France ou au Royaume-Uni et ce dernier pays avait édicté des normes techniques depuis 1948. Mais la difficulté était juridique et se rapportait aux problèmes d'accident. Il n'existait pas alors de normes de responsabilité en matière de transport des matières nucléaires. Eurochemic ne pouvait régler le problème, mais en hâta la solution au niveau international par les contacts qu'il suscita entre l'AEEN, Euratom et l'AIEA.

En ce qui concerne le traitement chimique et l'équipement, le programme de travail du Bureau d'études et de recherches portait sur l'adaptation du procédé PUREX aux différents types de combustibles à traiter et sur le choix des appareillages.

Il s'agissait de déterminer les éléments périphériques du procédé nécessaires pour permettre à celui-ci de traiter les divers types de combustibles prévus. Cela supposait de «compléter le schéma de traitement chimique de façon à y inclure la préparation des éléments à traiter, le traitement des déchets, la récupération des produits liquides à renvoyer en circulation (solvants par exemple), et la préparation de toutes les solutions entrant dans le traitement»[86].

L'étude expérimentale du processus d'extraction, indispensable à la fois «pour obtenir les renseignements nécessaires et un personnel capable de les utiliser», put commencer relativement rapidement grâce à l'utilisation de mélangeurs-décanteurs de laboratoire qui avaient été développés et utilisés par le CEN.

Les travaux sur le plutonium débutèrent grâce au CEN [87]. Le Centre belge avait en effet obtenu de l'USAEC quelques barreaux irradiés dans le réacteur au graphite de l'ORNL et en avait entrepris le retraitement en laboratoire. Il céda à Eurochemic les solutions déjà extraites et les combustibles qui n'avaient pas encore été traités. Ainsi furent isolées à Eurochemic les premières quantités de plutonium.

La Seconde Conférence de Genève qui se tint du 1er au 13 septembre 1958 et qui était attendue avec impatience, apporta peu d'éléments nouveaux aux chimistes d'Eurochemic, mais les conforta dans la validité du choix du procédé PUREX.

Les travaux qui se poursuivirent aboutirent à l'établissement des premières propositions de schémas de circulation du procédé, de schémas de fonctionnement et d'appareils ainsi que d'implantation. Cet ensemble servit de base aux négociations qui s'ouvrirent avec les partenaires industriels, dont certains avaient déjà été associés aux travaux, soit parce que des consultants étaient employés par Eurochemic, comme Michel Lung de SGN, soit parce qu'ils avaient travaillé sous contrat. Ce fut le cas de la Société BELCHIM, qui décrocha le premier appel d'offres fait par la Société.

---

85 Pre-project experimental program.

86 Eurochemic/CA(58)4 p. 7. Il s'agit du traitement des solutions à recycler dans le procédé, comme les solvants, et de la préparation des réactifs nécessaires au traitement.

87 Ils purent se poursuivre en 1960 grâce à un don français. Pendant l'été 1960 Bertrand Goldschmidt remit dans son bureau à Paris un petit paquet contenant 10 g d'oxyde de plutonium à Rudolf Rometsch, alors Directeur des recherches d'Eurochemic.

Il était apparu en effet dès le mois de mai 1958 que, «la détermination du rendement des colonnes d'extraction par des calculs théoriques donn[ant] souvent des résultats erronés, [il serait] utile de prévoir l'essai à l'échelle industrielle – ou à peu près – des colonnes d'extraction et des autres éléments essentiels des installations : colonnes d'absorption, évaporateurs, dispositifs de transport des liquides, etc. Les dirigeants d'Eurochemic estiment qu'il est de la plus haute importance d'apprendre au personnel à utiliser les installations dans les conditions futures de fonctionnement»[88].

La priorité fut donc mise sur l'étude préliminaire d'une station d'essai, ensemble pilote comprenant en vraie grandeur l'appareillage que l'on trouve dans un cycle d'extraction. Un projet complet, établi par le BER et estimé par André Redon à 151 000 $[89], fit l'objet d'un appel d'offres. Cinq firmes y répondirent et les présentèrent lors de la quatorzième réunion du Comité de direction le 20 janvier 1959. Il s'agissait de Belchim, Bofors, Comprimo, Lurgi et Saint-Gobain. Montecatini, qui s'était tardivement déclarée intéressée, ne put soumissionner dans les délais. L'offre de Belchim était la moins-disante et celle dont la réalisation pouvait se faire dans les délais les plus courts. Elle soumissionnait à 123 200 UC/UEP pour 7 mois. Saint-Gobain était la plus-disante avec 219 000 UC/UEP pour 9 mois. Lurgi, qui comme SGN avait l'expérience de la construction d'équipements nucléaires, proposa 212 000 UC/UEP pour 9 mois. Belchim construisit la station d'essai, qui entra en fonctionnement en décembre.

La situation de l'usine, qui avait suscité, on l'a vu, de vives critiques de la part des spécialistes américains, faisait de l'étude des problèmes de sécurité une priorité. La nature du sol et la proximité de la nappe phréatique pouvaient faire craindre des conséquences graves en cas de fuite accidentelle de solutions actives. Les recherches précises qui furent faites établirent que, «les mouvements de la nappe étant très lents, les mesures de sauvegarde (pompage, injection de ciment, etc.)»[90] nécessaires pourraient être prises. Les problèmes d'effluents gazeux, et plus particulièrement le problème de l'iode, commandaient de prévoir la rétention de certains effluents gazeux pendant un certaine durée afin de permettre une décroissance suffisante de cet élément. L'étude préliminaire des possibilités économiques et pratiques du traitement et du stockage des résidus radioactifs liquide fut confiée par contrat à la firme britannique W.J. Fraser Ltd, dont le nom avait été suggéré par l'IGHQ de Risley, et à la firme française Potasse et Engrais Chimiques[91].

Une première analyse des possibilités d'accident fut entreprise, qui mit l'accent sur la nécessité «d'apporter un soin particulier à la conception du système de ventilation, qui serait le point faible en cas d'accident»[92].

Le Bureau d'études et de recherches élabora durant la période intérimaire trois avant-projets, suivant les directives du Conseil d'administration et du Comité de direction.

Le premier[93], qui prévoyait une capacité de 100 t/an, était fondé sur l'évaluation des quantités et les caractéristiques rassemblées par une nouvelle enquête sur les combustibles menée en juin 1958. Il se préoccupait peu du combustible enrichi. Il prévoyait 4 cycles Purex, avec un seul dissolveur, et un traitement final, sur colonnes de silicagel pour l'uranium, par échange d'ions pour le plutonium. Il fut abandonné au printemps 1959 en raison du caractère dépassé des estimations de départ et à cause de son coût.

Le second se recentrait sur une usine-pilote de capacité de 350 kg d'uranium naturel par jour, à trois cycles, le traitement des déchets de faible activité étant pris en charge à l'extérieur par le CEN. C'était un avant-projet succinct, destiné à montrer la faisabilité d'une usine peu coûteuse.

Le troisième était plus détaillé. Se présentant sous la forme d'ETR et de schémas, il fut élaboré entre mai et septembre 1959. Sur la base d'une capacité de 350 kg/jour on envisageait deux dissolveurs, dont un pour les combustibles enrichis jusqu'à 5%, capables de traiter quatre matériaux de gainage, l'aluminium, le magnésium, l'acier inoxydable et le zircaloy. Il prévoyait deux cycles d'extraction.

---

88 Eurochemic/CA(58)4 p. 12. Il s'agit là d'une bonne illustration des limites de l'approche théorique ou numérique dans la prévision du comportement de systèmes techniques complexes. Ce phénomène de «non-calculabilité» est une des causes principales de la nécessité d'expérimenter à l'échelle réelle et rend indispensable, pour la formation de spécialistes véritablement opérationnels, l'acquisition sur le terrain, par les contacts humains et le partage de l'expérience, d'un «savoir tacite». Sur cette dimension dans la fabrication de la bombe américaine, cf. MACKENZIE D., SPINARDI G. (1994).

89 Progress Report n°2 p.10.

90 Eurochemic/CA(19)13 p. 2.

91 Cette firme était par ailleurs associée à Saint-Gobain et au CEA dans la SRU (Société de raffinage de l'uranium), exploitant l'usine de fabrication d'uranium de Malvési, dont la construction avait été décidée en 1957. CEA (1957) p.28 et SOUSSELIER Y. (1960), p.400.

92 Eurochemic/CA(19)13 p. 2.

93 Sur les caractéristiques des trois premiers avant-projets, cf. RAE1 p. 235-238.

Cet avant-projet fut lui aussi jugé trop coûteux. Erik Haeffner fut prié de le revoir à la baisse. Un conflit sur la faisabilité d'une telle réduction survint entre le Directeur du BER et les membres du Comité technique qui avait pris le relais du Comité de direction[94]. Le projet fut par la suite simplifié par les soins de Rudolf Rometsch pour devenir un avant-projet n°4, lui-même base de l'avant-projet détaillé dont l'élaboration fut confiée à SGN en mars 1960 [95].

Priorité à l'industrie ou à la recherche ? Le problème des délais et des coûts

L'avancement des travaux et la précision apportée par les études sur les coûts, combinés aux délais dus aux procédures de ratification de la Convention entraînèrent des tensions et la recherche d'adaptations par rapport au projet initial.

Il apparut rapidement que la date primitivement prévue pour l'entrée en service de l'usine, 1961, ne pourrait être tenue et que l'enveloppe de 20 M $ ne suffirait pas. Les 12 M $ d'investissements apparurent trop faibles pour une usine de 100 t de capacité, avec un laboratoire de recherche de 100 personnes. Le dérapage des coûts d'investissement provenait essentiellement de la sous-estimation des frais du traitement et du stockage des effluents liquides et gazeux.

Les 8 M $ complémentaires prévus pour les dépenses de fonctionnement pour la période de démarrage et le début de la phase industrielle auraient suffi si des contrats commerciaux de retraitement avaient pu prendre le relais dans les temps. Mais les programmes nationaux d'équipement en centrales nucléaires ne correspondaient pas aux prévisions et le fonctionnement à pleine capacité de l'usine apparut ne devoir être possible qu'en 1966.

Yves Sousselier, président du Comité de direction, proposa donc en avril 1959 à la 17e réunion du Comité des mesures pour éviter la dérive temporelle et financière[96].

La possibilité, mentionnée dans l'alinéa 3 de l'article 3 des Statuts[97] de construire une nouvelle grande usine à partir de 1966 nécessiterait de disposer quelques années plus tôt d'informations sur le fonctionnement de la première usine d'Eurochemic à Mol, donc sa mise en route au plus tard en 1962.

Cette usine pourrait plus tard être convertie pour assurer le traitement des combustibles hautement enrichis. Il était donc nécessaire de ne «pas perdre de temps à obtenir en laboratoire (des) éléments complémentaires, pour la construction de l'usine», et il fallait adopter rapidement des procédés «a priori», en veillant à ce que les dispositifs soient facilement adaptables à des conditions nouvelles. Yves Sousselier proposait donc d'orienter le projet vers une usine-pilote ou une usine de démonstration, plus que vers une usine de production[98] : ainsi en ramenant la capacité de l'usine à 350 kg d'uranium par jour, contre 100 t par an ; en abandonnant le doublage des appareillages ; en ne prévoyant des superstructures ne devant durer qu'une dizaine d'années contre 25 à 30 ans dans la construction chimique habituelle ; en mettant la priorité sur les laboratoires de recherche.

Le président du Comité technique ne fut pas suivi pour l'ensemble de ses propositions. Le Conseil d'administration demanda que soient menés conjointement des avant-projets pour un grand et un petit laboratoire. Les coûts devaient tourner autour de 3 M $ pour l'un et la moitié pour l'autre.

Des clivages existaient en effet parmi les actionnaires quant à la destination prioritaire de l'usine, alors qu'il devenait évident que, dans l'enveloppe financière prévue, les trois buts initialement envisagés[99] pour l'entreprise pourraient difficilement être atteints à la fois. Ainsi commencèrent dès la période intérimaire des débats sur la destinée du projet. Ceux-ci allaient se poursuivre et s'amplifier durant la phase de construction.

---

94 C'est la phase de transition entre les structures de la période intérimaire et celle de la Société.

95 Cf. infra.

96 *«Considérations sur l'usine Eurochemic de Mol»*, avril 1959, dans le dossier Comité de Direction

97 Cf. Annexe.

98 Une usine-pilote permet de tester les dispositifs techniques, une usine de démonstration permet en plus de tester son fonctionnement économique. Une usine de production permet d'assurer dans des conditions économiques ses fonctions techniques.

99 Ces buts sont rappelés en préambule des «Considérations» d'Yves Sousselier :
- permettre aux différents pays participants de se familiariser avec les techniques du retraitement des combustibles irradiés ;
- obtenir les éléments nécessaires à la construction d'une usine de grande capacité où le retraitement puisse se faire dans des conditions économiques acceptables ;
- permettre, dans une usine européenne, le retraitement des combustibles irradiés venant des premiers réacteurs des pays participants.

*De la constitution de la Société à l'adoption de l'Avant-projet détaillé de SGN (28 juillet 1959-juin 1961)*

*La constitution de la Société et la mise en place des organes de décision de l'entreprise*

La naissance de la Société internationale Eurochemic

Le 10 juillet 1959 Pierre Huet, Directeur général de l'AEEN, convoquait l'Assemblée Générale constitutive d'Eurochemic pour le 28 juillet 1959 à 10 heures au Château de la Muette à Paris, siège de l'OECE. L'état d'avancement des ratifications le permettait.

La Suisse avait été la première à déposer à l'OECE son instrument de ratification le 21 janvier 1959. Elle avait été suivie par la France le 23 février, puis par le Danemark le 23 mai. Au mois de juin la Norvège, le 25, et la Belgique, le 29, ratifiaient à leur tour la Convention ; en juillet, c'étaient l'Autriche, le 1er et les Pays-Bas le 9. Après le 10 juillet ce furent le tour de l'Allemagne, de la Turquie et du Portugal.

La Suède subordonnait cependant son adhésion à la conclusion de l'accord entre l'OECE et Euratom sur le contrôle de sécurité. Quant à l'Italie, malgré le recours à une procédure simplifiée, elle n'avait pas encore approuvé la Convention.

Le 28 juillet 11 pays, détenteurs de 82,4% des actions, avaient ratifié la Convention. La Société internationale était née et, comme le prévoyait la Convention, elle était constituée pour au moins quinze années, c'est-à-dire jusqu'au 27 juillet 1974.

La Suède déposa ses instruments de ratification le 5 janvier 1960. L'Italie fut le dernier pays à rejoindre la Société le 25 janvier[100].

L'arrivée de nouveaux actionnaires privés

En octobre 1958, les Gouvernements néerlandais et allemands avaient procédé au transfert de quelques actions. La Société néerlandaise Neratoom se portait acquéreur d'une action. L'Allemagne cédait dix-huit des soixante-huit actions qu'elle possédait à seize entreprises et une autre à une dix-septième entreprise en juin 1961. Les deux grandes firmes chimiques Hoechst et Bayer Leverkusen en possédaient chacune deux, les quatorze autres sociétés se portaient acquéreurs d'un titre chacune.

Le Gouvernement allemand avait eu quelques difficultés à opérer la cession. Parmi les actionnaires allemands se trouvaient huit producteurs d'énergie, deux entreprises métallurgiques (Metall-Gesellschaft et Degussa[101]), les électromécaniciens AEG et Brown-Boveri Mannheim, les deux restantes étant des associations spécialisées dans la construction d'établissements nucléaires, Interatom et l'Association pour la construction de l'AVR.

En juin 1961 les Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG Dortmund se joignirent aux actionnaires privés. A cette date la participation privée dans l'entreprise fut, avec environ 1/6 du capital, à son apogée[102] (Tableau 15a).

Tableau 15a. **Actionnaires privés**

| Pays | Entreprises | Nombre d'actions | Part du capital social |
|---|---|---|---|
| Belgique | Belchim | 27 | 6,28 |
| France | SGN | 22 | 5,12 |
| Italie | SORIN | 5 | 1,16 |
| Italie | SENN | 2 | 0,46 |
| Allemagne | Hoechst | 2 | 0,46 |
| Allemagne | Bayer | 2 | 0,46 |
| Allemagne | 15 entreprises | 15 | 3,49 |
| Pays-Bas | Neratoom | 1 | 0,23 |
| | Total | 76 | 17,67 |

Avec moins de 18 % du capital entre les mains d'entreprise privée, la participation majoritaire du secteur privé appelée par les fondateurs de l'entreprise était très loin d'être atteinte.

La liste des actionnaires ne devait pratiquement pas changer jusqu'au milieu des années soixante-dix (Tableau 15b).

100 Cette ratification était assortie d'une déclaration interprétative sur l'interdiction de la Convention de l'usage par la Société de lettres de change, qui posait des problèmes de compatibilité avec la législation italienne.

101 Degussa devait le 22 décembre 1965 transférer son action à sa filiale NUKEM, à laquelle étaient associées les Rheinisch Westfälische Elektrizitätswerke de Essen, la Metallgesellschaft Frankfurt et Rio Tinto Zinc European Holdings Ltd Londres.

102 Aucune entreprise privée ne souscrivit les augmentations de capital ultérieures.

Tableau 15b. **Liste des actionnaires au 31 décembre 1961, classée par pays et par nature.**

| Pays | Type d'actionnaire | Nom de l'actionnaire | Nombre d'actions de 50 000 UC/AME détenues |
|---|---|---|---|
| ALLEMAGNE | Gouvernement | Gouvernement de la RFA | 49 |
| | Entreprise | Farbenfabriken Bayer AG, Leverkusen | 2 |
| | " | Farbwerke Hoechst AG, Frankfurt am Main | 2 |
| | " | Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG, Dortmund | 1 |
| | " | Brown, Boveri & Cie AG. Mannheim | 1 |
| | " | Metallgesellschaft AG, Frankfurt am Main | 1 |
| | " | Degussa, Frankfurt am Main | 1 |
| | " | Interatom GmbH, Bensberg bei Köln | 1 |
| | " | Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft (AEG), Frankfurt am Main | 1 |
| | " | Kraftübertragungswerke Rheinfelden, Rheinfelden-Baden | 1 |
| | " | Preussische Elektrizitäts AG (Preussen Elektra), Hanover | 1 |
| | " | Hamburgische Elektrizitätswerke AG, Hamburg | 1 |
| | " | Bayernwerk AG, München | 1 |
| | " | Badenwerk AG, Karlsruhe | 1 |
| | " | Steinkohlen Elektrizität AG (STEAG), Essen | 1 |
| | " | Grosskraftwerk Mannheim AG, Mannheim Neckarau | 1 |
| | " | [103]* | 1 |
| | " | Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk, Essen | 1 |
| AUTRICHE | Gouvernement | Gouvernement de la République d'Autriche | 20 |
| BELGIQUE | Gouvernement | Gouvernement du Royaume de Belgique | 17 |
| | Entreprise | Société belge de chimie nucléaire (BELCHIM), Bruxelles | 27 |
| DANEMARK | Gouvernement | Gouvernement du Royaume de Danemark | 22 |
| ESPAGNE | Agence nucléaire | Junta de Energia Nuclear, Madrid | 30 |
| FRANCE | Agence nucléaire | Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) | 46 |
| | Entreprise | Compagnie Saint-Gobain, Neuilly-sur-Seine | 22 |
| ITALIE | Agence nucléaire | Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN) | 37 |
| | Entreprise | Societa Elettronucleare Nazionale (SENN), Rome | 2 |
| | " | Societa Richerche Impianti Nucleari (SORIN), Milan | 5 |
| NORVEGE | Gouvernement | Gouvernement du Royaume de Norvège | 20 |
| PAYS-BAS | Gouvernement | Gouvernement du Royaume des Pays-Bas | 29 |
| PAYS-BAS | Entreprise | S.A. Neratoom, La Haye | 1 |
| PORTUGAL | Agence nucléaire | Junta de Energia Nuclear, Lisbonne | 6 |
| SUEDE | Entreprise | Aktiebolaget Atomenergi, Stockholm | 32 |
| SUISSE | Gouvernement | Gouvernement de la Confédération Suisse | 30 |
| TURQUIE | Gouvernement | Gouvernement de la République Turque | 16 |

## La mise en place des organes de décision et du Comité technique

Lors de la réunion du Conseil d'administration du 22 octobre 1959 [104] furent officiellement mises en place les structures de direction de l'entreprise. La distribution des postes de responsabilité suivant les nationalités fut établie suivant un système de points. L'Allemand Erich Pohland devenait Directeur général à partir du début 1960 ; Rudolf Rometsch, qui était Directeur du BER depuis le départ d'Erik Haeffner le 1er octobre 1959 était

[103] Arbeitsgemeinschaft deutscher EVU zur Vorbereitung der Errichtung eines Leistungs-Versuchs-Reaktors e.V. (AVR), Düsseldorf.

[104] CA/III/4 du 9 décembre 1959.

nommé Directeur des Recherches[105], Pierre Strohl assumait en même temps la fonction de Secrétaire général de la Société et l'intérim de la Direction administrative, en attendant la nomination d'Yves Leclercq-Aubreton comme Directeur de l'administration. Pierre Huet était désigné comme Conseiller de la Société pour les questions internationales et les questions juridiques[106]. Au début de 1960, Yves Leclercq-Aubreton était nommé Directeur de l'Administration et Teun Barendregt Directeur technique.

La Direction générale de l'entreprise s'établit à Bruxelles, de même que le Secrétariat du Conseil d'administration et le service juridique. Les bureaux se trouvaient à quelques dizaines de mètres du siège d'Euratom, rue Belliard. L'implantation bruxelloise[107] était liée aux problèmes de communication entre Mol et les différentes capitales ainsi qu'à la nécessité de négocier directement avec les autorités gouvernementales belges. Les Directions restaient à Mol, abrités par le CEN. En février 1961 la Direction de l'administration put s'installer dans le bâtiment qui lui était destiné, dont la première pierre avait été posée le 7 juillet 1960 par le Prince Albert, au nom du Roi Baudouin.

Comme le prévoyait le règlement de gestion, un Comité Scientifique et Technique[108] était nommé : héritier du Comité de direction de la période intérimaire, il était présidé par Yves Sousselier, nommé Conseiller de la Société pour les questions techniques, et devait primitivement se composer de 7 membres. Il comprenait Einar Saeland, Teun Barendregt[109], Erik Haeffner[110] et Maurice D'Hondt, auquel s'ajoutait bientôt Adelbert Orlicek[111].

*Les relations entre Eurochemic et les architectes industriels ; les négociations de 1959-1960 et le premier dispositif de coordination*

Des négociations furent menées entre Eurochemic et les architectes industriels sur les points qui restaient encore litigieux à l'issue de la période intérimaire. Elles aboutirent à l'approbation d'un premier cahier des charges générales[112]. Ce dernier s'inspirait des normes existantes à Electricité de France (EdF). Les principes de rémunération reprenaient ceux qui étaient en vigueur auprès des ingénieurs et architectes suisses[113].

En octobre 1959 furent précisés les relations entre Eurochemic et les architectes industriels d'une part, les rapports entre SGN, architecte-industriel principal (AIP) de l'usine et les autres architectes industriels, appelés architectes industriels spécialisés (AIS) d'autre part, enfin ceux qui devaient s'établir entre les architectes industriels spécialisés eux-mêmes[114].

En ce qui concernait l'usine et ses ensembles annexes, Eurochemic, maître d'œuvre, déléguait à l'AIP la coordination technique et la planification des études et des travaux. Les AIS étaient divisés en deux groupes, ceux qui participaient à la réalisation de l'usine de traitement, et les autres. Pour les premiers, l'AIP jouait à la fois un rôle de coordination et de direction. S'il était en désaccord avec les AIS, il pouvait leur imposer une solution, ce qui dégageait les AIS de leur responsabilité. L'AIP contrôlait d'autre part par sondage les plans d'exécution, la direction effective des travaux étant du ressort de l'AIS. Pour les seconds, l'AIP exerçait seulement une fonction de coordination et de conseil.

---

105 Et la partie scientifique du BER devenait l'embryon de la Direction des recherches, sa partie administrative donnant naissance à la Direction de l'administration.

106 Il le resta après son départ de l'AEEN à la fin du mois de janvier 1964. Einar Saeland devenait alors Directeur de l'AEEN et Jerry Weinstein, Directeur-adjoint.

107 La retraite d'Erich Pohland à la fin de l'année 1963 et le retour le Pierre Strohl à l'AEEN à la fin de 1964 allaient entraîner l'abandon du siège bruxellois.

108 Il devait par la suite prendre le nom de Comité Technique.

109 Il le quitta au début de l'année 1960 pour prendre la Direction technique de l'entreprise.

110 Il devait quitter la Société et le nucléaire par la suite.

111 S'y ajoutèrent par la suite d'autres membres : Maurizio Zifferero, C. F. Jacobsen, Luis Gutierrez-Jodra, Sven G. Terjesen (au 31 décembre 1961), puis K. Giese (au 1er juillet 1964), J. Hoekstra (Pays-Bas), H. von Gunten (Suisse) et A. Larson (Suède) (au 31 décembre 1966). Un représentant de l'Euratom y participait à titre consultatif (ce fut C. Ramadier, puis A. Baruffa). Cette inflation de membres, 13 en 1966, ne laissa pas de poser quelques problèmes de coordination; elle s'explique par la volonté des Etats membres de peser dans les décisions techniques, dans la mesure où ses propositions étaient la plupart du temps entérinées par les instances légales de décision, de traduire les décisions politiques et financières en décisions techniques. Pour la composition du Comité technique, voir la liste nominative en annexe 5.

112 Le cahier des charges n'était pas dans les archives, en raison du caractère lacunaire de la documentation pour les années 1959 et 1960. Pierre Strohl, qui fut responsable de sa rédaction, en a cependant conservé un exemplaire dans ses papiers personnels.

113 Plus exactement le «Règlement et tarif d'honoraires de la Société suisse des ingénieurs et architectes» (SIA).

114 Document sans cote du CA, 16 octobre 1959, *Projets de contrats avec les architectes industriels*.

Des conférences de travail régulières devaient être organisées entre l'AIP et les AIS pour examiner les problèmes de coordination et l'avancement de la réalisation. Des séances de compte-rendu entre les AI et Eurochemic devaient faciliter le contrôle d'Eurochemic et servir à préparer ses décisions. Les AI recevaient l'ensemble des documents techniques édités.

Pour le laboratoire de recherches, les trois sociétés espagnole, danoise et suisse s'étaient regroupées dans SDS, une Société en nom collectif établie à Bâle. L'AIP était chargé d'assurer la coordination entre la réalisation du laboratoire et celle de l'usine.

Très rapidement cependant, la lourdeur de la procédure prévue, qui avait comme principal objet l'acquisition par l'ensemble des architectes industriels du savoir-faire et des informations pour l'ensemble de l'établissement, apparut comme génératrice de frais difficilement compatibles avec des problèmes de financement toujours plus aigus. Une procédure allégée évitant des doubles-emplois pour les études détaillées fut ainsi proposée dès décembre 1959 par le Comité technique[115]. De la même manière la chaîne des contrôles fut raccourcie dans le cas des sous-traitants des AIS. La perte d'information pour les partenaires industriels était certaine, mais on en espérait une diminution des coûts.

Des discussions eurent lieu sur ces propositions le 22 janvier 1960 entre les architectes industriels au siège de Saint-Gobain. Ces derniers se prononçaient en faveur d'une enveloppe globale de rémunération de 10% maximum du coût des installations. Un projet de «cahier des charges générales» pour la réalisation de l'usine rédigé par Eurochemic fut discuté le 28 juillet 1960[116] avec les AI. Il se dégagea un accord d'ensemble, sauf sur trois points importants : la responsabilité des architectes industriels, la propriété industrielle, la rémunération. Les discussions se poursuivirent donc sur ces trois points pendant six mois, au terme desquels une entente fut trouvée[117].

*De l'avant-projet n°4 à l'avant-projet détaillé de SGN (octobre 1959-juin 1961)*

Le quatrième avant-projet[118]

L'avant-projet n°4 fut publié en février 1960. Il résultait du travail de la Direction des recherches depuis le mois d'octobre 1959. Il avait comme objectif de simplifier l'avant-projet n° 3, dont le schéma chimique fondamental était conservé mais qui avait été jugé trop onéreux, et de permettre l'achèvement de la construction dans les délais. Sans rentrer dans les détails, ses grands traits (Figures 29 à 32) étaient la diminution des volumes et des surfaces d'environ 25%, des suppressions ou simplifications d'appareillages, la réduction de la taille du laboratoire de recherche.

En ce qui concernait le traitement des déchets, il était prévu un stockage intermédiaire qui devait au moins couvrir les dix premières années d'exploitation. La construction d'unités de solidification était renvoyée à plus tard, dans la mesure où les procédés n'étaient alors pas au point et demandaient donc des recherches complémentaires, et dans la mesure également où cela allégeait le coût immédiat de la construction.

C'est d'autre part dans l'avant-projet n°4 qu'on adopta pour le bâtiment le principe de ne prévoir des galeries et des corridors que sur un côté du bloc des cellules, ce qui permettait de réduire la longueur des canalisations et simplifiait le régime des quatre «zones de contamination»[119]. La conséquence en était aussi qu'un des murs des cellules actives donnait sur l'extérieur.

Rudolf Rometsch définit son travail de restructuration comme un travail politique et non technique : faire rentrer le projet dans une enveloppe acceptable. Le coût total de la construction était réduit à 15,93 M $ dans l'avant-projet 4, soit une réduction de 8 M$ par rapport à la première version de l'avant-projet n°3, 1,7 M$ de moins que sa seconde version. Il fut approuvé par le Conseil d'administration en février 1960.

L'avant-projet détaillé de SGN

Dans une lettre du 5 mars 1960 Erich Pohland demandait à SGN d'établir un avant-projet détaillé fondé sur l'avant-projet n°4 et des documents complémentaires publiés dans la série des ETR et des EIR[120]. Parallèlement Belchim était chargée d'élaborer l'avant-projet détaillé de la station de traitement des effluents et Noratom établissait une proposition pour l'unité de stockage des produits de fission.

115 CA/III/5 du 14 décembre 1959.

116 CA/VI/2.

117 Cf. 2e Partie, chap. 3

118 CA/IV/11. Il comporte 23 pages de textes et 27 pages de dessins.

119 Cf. 3e Partie, chap. premier.

120 EIR 39, ETR 44, 53, 62, 77, 79, 80, 81, 84, 86, 87, 89, 92, 93, 94, 98.

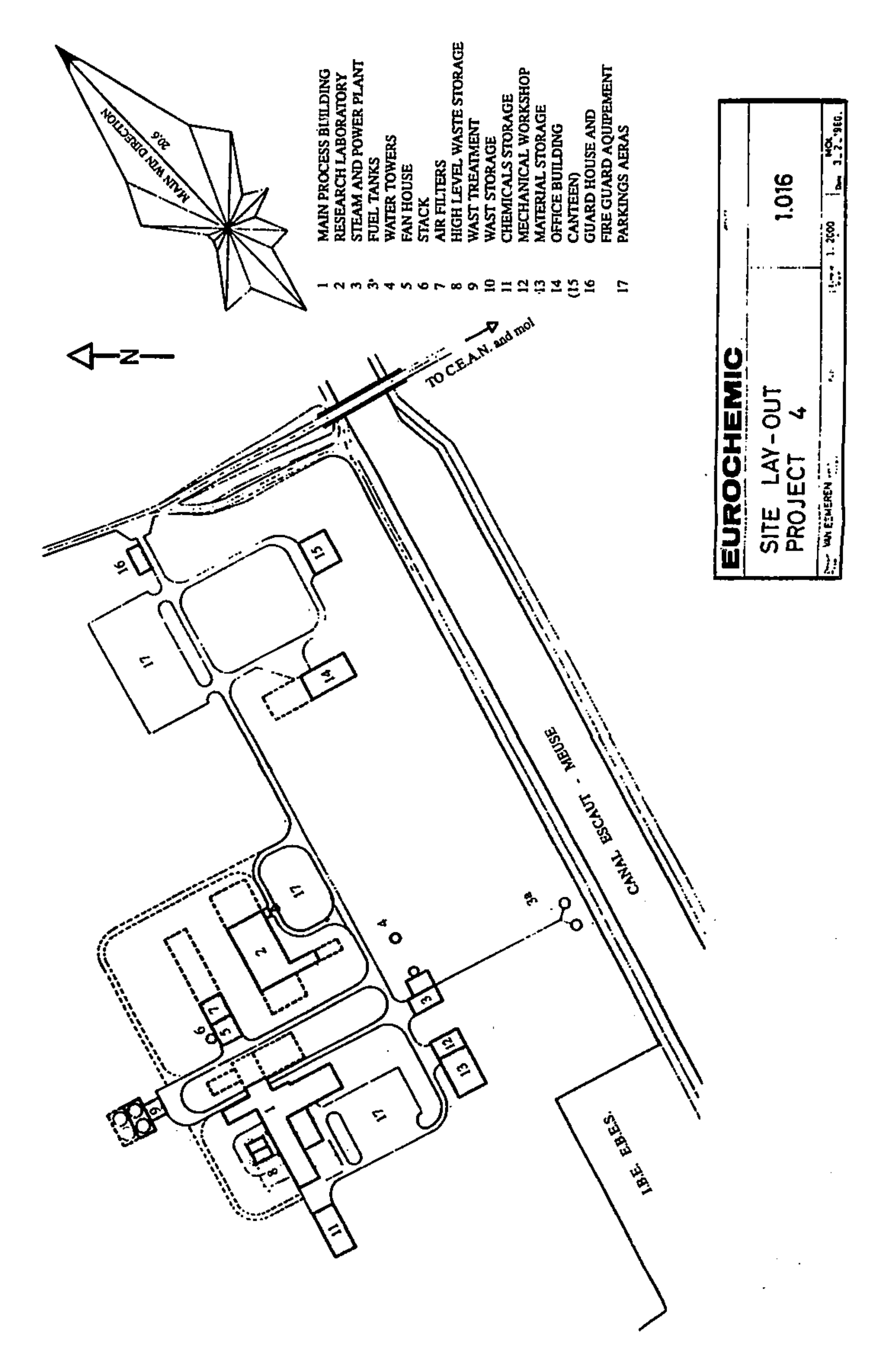
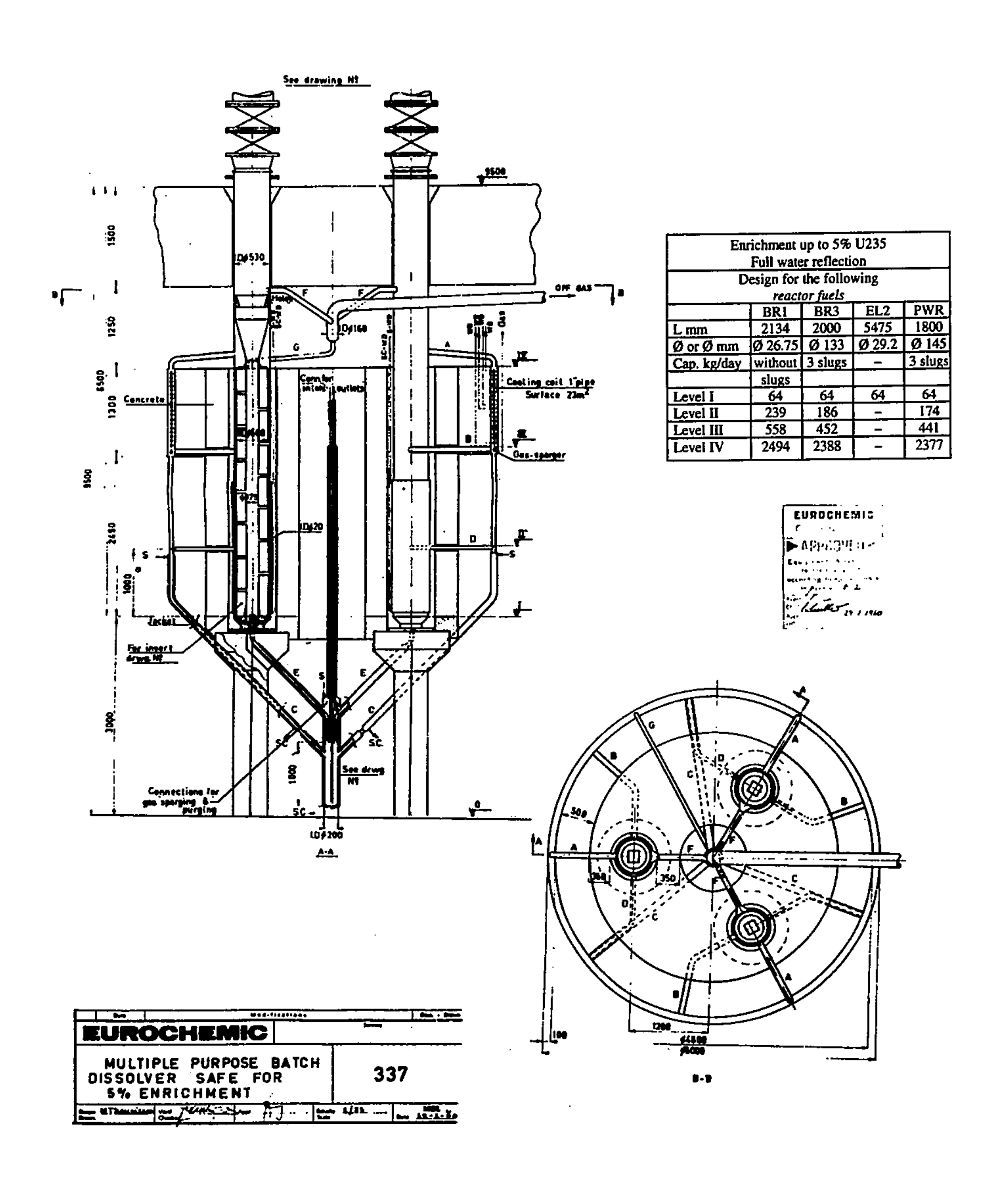



**Figure 29.** Disposition générale prévue pour les bâtiments de l'entreprise, d'après une planche de l'Avant-projet N°4 datée du 3 février 1960. Les grandes masses sont en place, mais la forme et la disposition des bâtiments ne sont pas encore fixées. (cf. figure de la 3ème Part., chap. premier). Le système de ventilation est distinct du bâtiment de traitement, comme à l'ICPP. L'espace destiné au stockage des déchets est très restreint. En haut à droite du plan, la rose des vents du site montre la prédominance des vents soufflant en direction du Nord-Est. (Source : Avant-projet N°4, CA/IV/11, planches non numérotées.)



| Enrichment up to 5% U235<br>Full water reflection<br>Design for the following *reactor fuels* | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BR1 | BR3 | EL2 | PWR |
| L mm | 2134 | 2000 | 5475 | 1800 |
| Ø or Ø mm | Ø 26.75 | Ø 133 | Ø 29.2 | Ø 145 |
| Cap. kg/day | without slugs | 3 slugs | - | 3 slugs |
| Level I | 64 | 64 | 64 | 64 |
| Level II | 239 | 186 | - | 174 |
| Level III | 558 | 452 | - | 441 |
| Level IV | 2494 | 2388 | - | 2377 |



**Figure 30.** Projet de dissolveur multitâches à trois bouches de chargement, devant pouvoir retraiter tous les types de combustibles jusqu'à un taux d'enrichissement de 5%. La construction de deux dissolveurs distincts fut nécessaire en définitive pour atteindre ce taux, mais le second dissolveur reprit le principe des trois bouches de chargement. (Source : Avant-projet N°4, CA/IV/11, planches non numérotées, planche datée du 29 janvier 1960.)

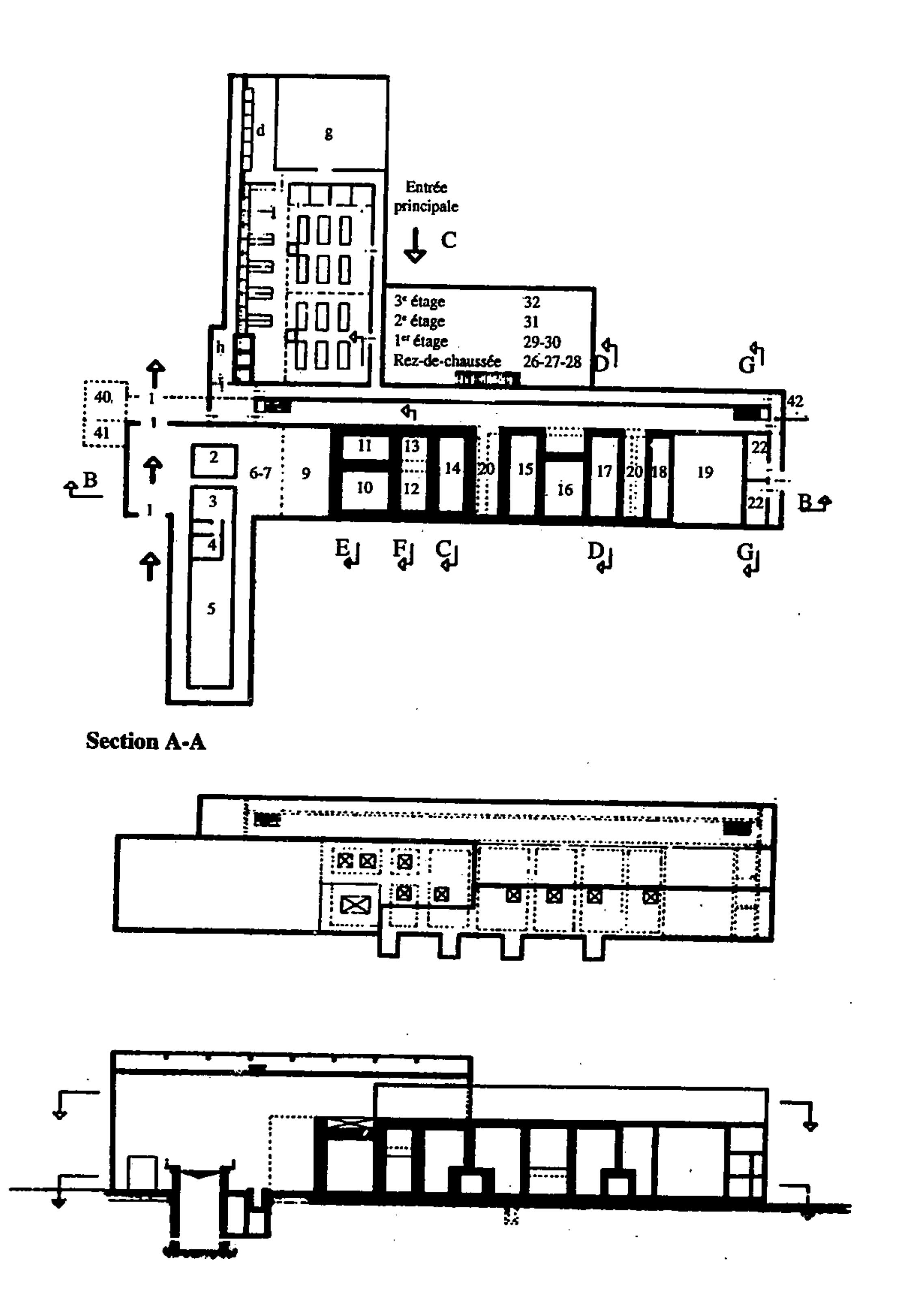
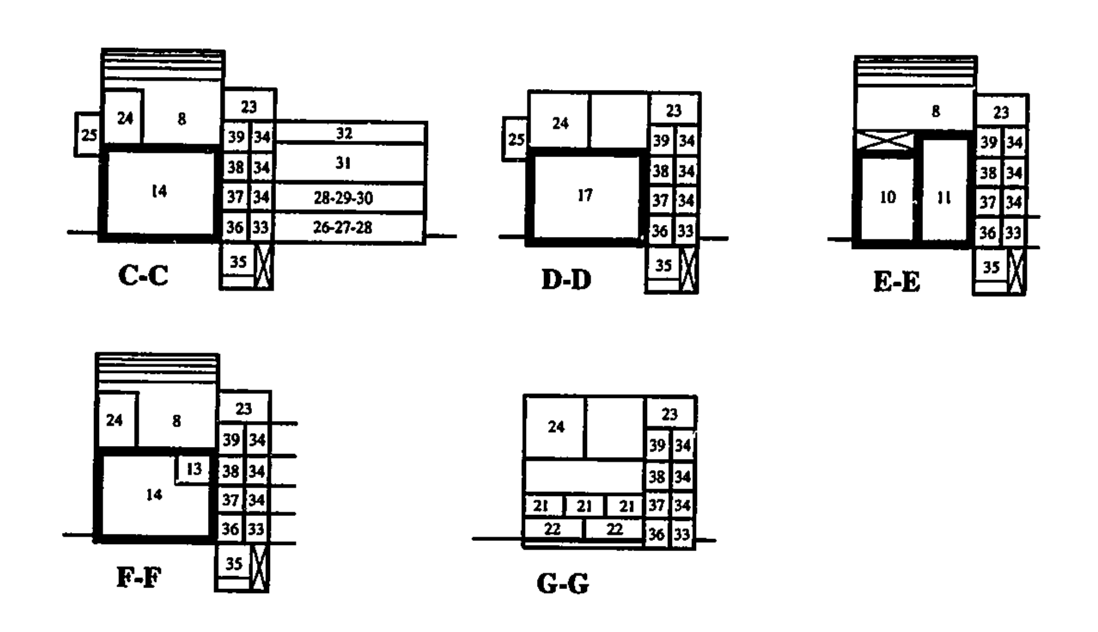
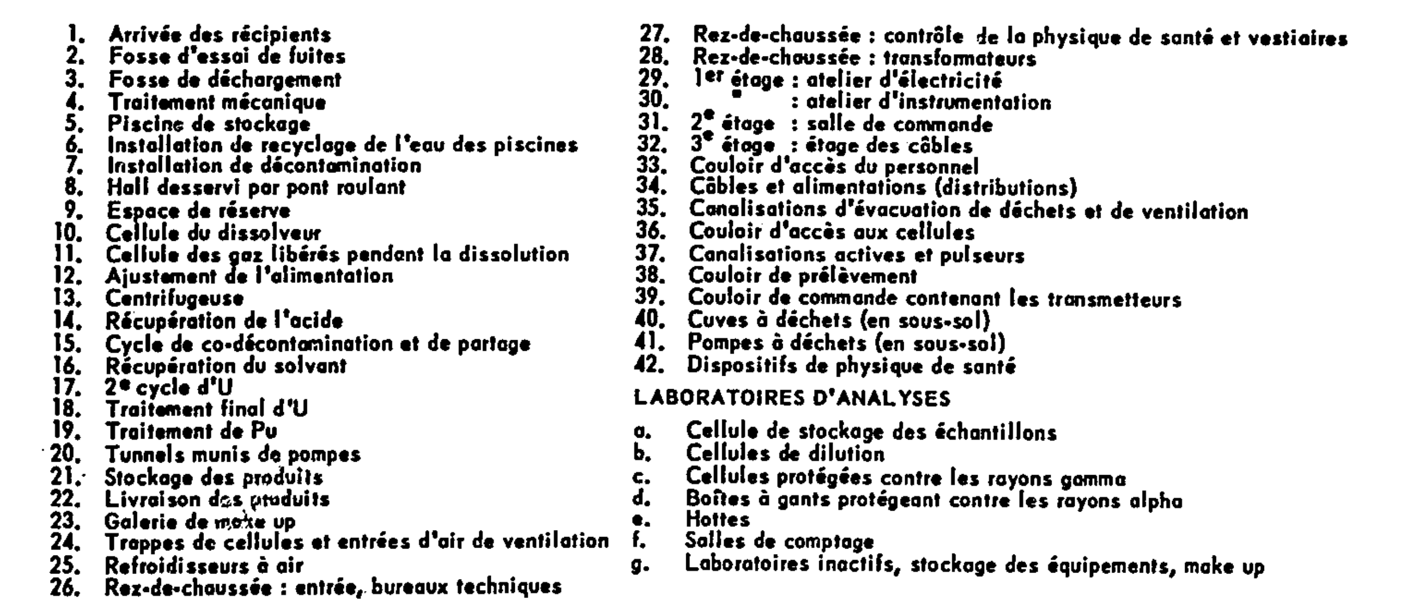



Figure 31. Plan d'aménagement du bâtiment principal de traitement, d'après l'avant-projet N°4. (I) (Source : RAE 1 (1963), p. 252-253.)



1. Arrivée des récipients
2. Fosse d'essai de fuites
3. Fosse de déchargement
4. Traitement mécanique
5. Piscine de stockage
6. Installation de recyclage de l'eau des piscines
7. Installation de décontamination
8. Hall desservi par pont roulant
9. Espace de réserve
10. Cellule du dissolveur
11. Cellule des gaz libérés pendant la dissolution
12. Ajustement de l'alimentation
13. Centrifugeuse
14. Récupération de l'acide
15. Cycle de co-décontamination et de partage
16. Récupération du solvant
17. 2e cycle d'U
18. Traitement final d'U
19. Traitement de Pu
20. Tunnels munis de pompes
21. Stockage des produits
22. Livraison des produits
23. Galerie de make up
24. Trappes de cellules et entrées d'air de ventilation
25. Refroidisseurs à air
26. Rez-de-chaussée : entrée, bureaux techniques
27. Rez-de-chaussée : contrôle de la physique de santé et vestiaires
28. Rez-de-chaussée : transformateurs
29. 1er étage : atelier d'électricité
30. " : atelier d'instrumentation
31. 2e étage : salle de commande
32. 3e étage : étage des câbles
33. Couloir d'accès du personnel
34. Câbles et alimentations (distributions)
35. Canalisations d'évacuation de déchets et de ventilation
36. Couloir d'accès aux cellules
37. Canalisations actives et pulseurs
38. Couloir de prélèvement
39. Couloir de commande contenant les transmetteurs
40. Cuves à déchets (en sous-sol)
41. Pompes à déchets (en sous-sol)
42. Dispositifs de physique de santé

LABORATOIRES D'ANALYSES

a. Cellule de stockage des échantillons
b. Cellules de dilution
c. Cellules protégées contre les rayons gamma
d. Boîtes à gants protégeant contre les rayons alpha
e. Hottes
f. Salles de comptage
g. Laboratoires inactifs, stockage des équipements, make up

**Figure 32.** Plan d'aménagement du bâtiment principal de traitement, d'après l'avant-projet N°4. (II) (Source : RAE 1 (1963), p. 252-253.)

Le cahier des charges de SGN était le suivant :

- Une capacité de 350 kg d'uranium par jour pour les combustibles à gainage d'aluminium ou de magnésium ; de 200 kg par jour pour les combustibles à gainage en acier inoxydable ou en zirconium ; le combustible devait être enrichi à 5% au maximum et avoir subi une irradiation maximale de 10 000 MWj/t. Les matériaux de gainage pourraient être l'aluminium, le magnésium, le magnox, le zirconium, le zircaloy ou l'acier inoxydable ; le combustible pourrait être de l'uranium-métal, du dioxyde ($UO_2$) ou un alliage U-Mo jusqu'à une teneur de 10% de Mo ; l'usine devait être ultérieurement extensible ;
- Les dimensions des éléments combustibles ou des grappes étaient limitées à une longueur maximale de 4,2 m et à un diamètre de 20 cm maximum ;
- Le procédé chimique de base devait être du type PUREX à 2 cycles, utilisant, comme solvant, le TBP en solution à 30% dans un diluant hydrocarboné ;
- Les unités d'extraction devaient être essentiellement des colonnes pulsées.

Les discussions préliminaires sur l'avant-projet détaillé débutèrent entre les équipes de SGN et Eurochemic le 2 mai 1960. L'accord se fit rapidement sur la méthode d'extraction et celle de la purification finale de l'uranium, mais les avis différaient sur l'atelier de réception des combustibles et sur l'agencement du bâtiment principal de traitement.

La poursuite des travaux d'avant-projet détaillé conduisait à la fin de 1960 à un surcoût estimé à 10 M$ par rapport à la prévision de l'avant-projet n°4 et démontrait bien son caractère essentiellement politique. Il aurait en effet fallu disposer de 26 M$. Certes ce surcoût était partiellement lié à de nouveaux choix architecturaux et techniques. Ainsi SGN proposait-elle au départ d'installer chacun des éléments importants de l'équipement dans une cellule distincte. Cette option qui aurait grandement facilité la maintenance augmentait cependant considérablement le volume des cellules, qui serait passé ainsi de 6300 $m^3$ prévus dans l'avant-projet 4 à 15 000 $m^3$,[121] et donc leur coût. Le consultant américain, Robert J. Sloat, proposa quant à lui de suivre la méthode utilisée dans les grandes usines aux Etats-Unis et d'installer l'équipement de traitement dans quatre grandes cellules desservies par un pont roulant. Le choix final fut un compromis. Chaque grande étape du traitement devait se faire dans une cellule spécialisée pouvant regrouper plusieurs appareillages. Le compromis final ne réduisait cependant le coût estimé que de 2 M$ environ.

L'avant-projet détaillé de SGN fut achevé en mai 1961 et approuvé par le Conseil d'administration en juin. Il comportait six forts volumes, qui furent l'instrument de travail de départ de l'architecte industriel, de la Direction technique et des entreprises participant à la construction de l'usine, qui débuta alors. Les dépenses d'investissement prévues, 24,01 M$, auxquelles s'ajoutaient un peu plus de 6 M$ de fonctionnement, excédaient largement le capital initial. Aussi fallut-il se préoccuper très tôt de trouver des ressources supplémentaires, alors que les évolutions prévisibles des types de combustibles posaient le problème d'une nouvelle adaptation, donc de coûts additionnels.

La remise de l'avant-projet détaillé coïncida avec une grave crise de l'entreprise, qui portait à la fois sur son utilité et sur son financement et qui faillit être fatale à la coopération européenne.

[121] RAE1, p. 248.

*Chapitre 2*

## La crise du début des années soixante
## Quelle usine, pour quoi faire, quel financement ?

Dès l'adoption de l'avant-projet détaillé, le projet Eurochemic fut confronté à deux problèmes d'importance qui menacèrent jusqu'à son existence même, particulièrement entre l'automne 1963 et le début de l'été 1964. Si l'entreprise surmonta ces difficultés, elle sortit transformée de cette période difficile.

Les difficultés étaient de deux ordres, technique et financier. Eurochemic ne dut son salut qu'à la mobilisation en faveur du projet de responsables de l'AEEN et derrière elle, de l'OCDE, de représentants de certains Etats et de l'équipe dirigeante de l'entreprise.

Le problème technique découlait d'un hiatus entre le choix du type de combustibles à retraiter par Eurochemic fait dans l'avant-projet détaillé d'une part, l'évolution des familles de réacteurs dans les différents pays membres ainsi que celle des besoins en retraitement d'autre part, alors que les programmes d'équipement en réacteurs électrogènes se développaient plus lentement que prévu et que les projets ou les chantiers d'usines de retraitement se multipliaient en Europe comme aux Etats-Unis.

Le second problème, plus important, et qui résultait partiellement du premier, découlait de la dérive financière du projet. La crise financière, qui avait commencé dès la conception des premiers avant-projets, était devenue manifeste lorsque l'on était passé de l'avant-projet n°4 à l'avant-projet détaillé de SGN, dramatique lorsque commencèrent les travaux en vraie grandeur et atteignit son paroxysme pendant l'hiver 1963-1964. Les problèmes de financement entamèrent profondément la solidarité entre les Etats signataires de la Convention et lorsqu'Eurochemic sortit de l'impasse, elle avait changé de nature.

### L'extension aux combustibles irradiés à l'uranium hautement enrichi et le projet d'une nouvelle usine de retraitement des combustibles irradiés à plus de 5% adjointe à Eurochemic (1961-1963)

SGN avait travaillé sur l'adaptation à Eurochemic du procédé PUREX pour retraiter des combustibles aux gainages variés et au cœur composé d'uranium naturel ou d'uranium enrichi au taux maximal de 5% d'uranium 235. En tout état de cause le taux de combustion ne devait pas dépasser 10 000 MWj/t.

Or, sauf au Royaume-Uni et en France, ce n'était plus l'uranium naturel qui constituait le combustible prévu pour les nouveaux réacteurs de production, mais l'uranium enrichi à un peu moins de 5% se présentant sous forme d'oxydes, ce qui risquait de rendre rapidement obsolète une partie des équipements. Plus encore on prévoyait pour ces combustibles légèrement enrichis des taux de combustion supérieurs, ce qui risquait de compliquer la sécurité dans l'usine[1]. Enfin une forte pression s'exerçait pour qu'Eurochemic traitât des combustibles à des taux d'enrichissement plus élevés encore, provenant de réacteurs navals, de réacteurs d'essais de matériaux ou des futurs surgénérateurs. Dans cette hypothèse, il fallait repenser la polyvalence prévue pour l'usine et limitée aux seuls matériaux de gainage et modifier les installations, alors qu'apparaissait déjà un problème de financement.

Mais la question fut d'abord posée pour les combustibles à 20% et à 90% d'enrichissement.

#### *Les combustibles des filières à eau légère et des MTR*

En juin 1961 en effet, alors que venait d'être adopté l'avant-projet détaillé, il apparut évident que le combustible enrichi à plus de 5% allait jouer un rôle non négligeable dans l'Europe nucléaire. Le problème avait déjà été soulevé au Comité technique pendant la période intérimaire ; mais ce fut le représentant de l'Euratom, E.R. von Geldern, qui relança le débat sur ce thème le 13 juin 1961 devant le Conseil d'administration[2].

[1] Un taux de combustion élevé entraîne une plus forte activité des produits de fission et nécessite le renforcement des protections de l'usine.

[2] CA/M(61)2 et une lettre de E.R. von Geldern du 20 juin 1961 reprenant les termes de son intervention.

Euratom en effet s'engageait à cette époque dans des participations aux MTR de BR2 et du réacteur à haut flux de Petten, HFR[3]. Il regrettait alors que l'on n'envisage pas de retraiter à Eurochemic des combustibles enrichis à 20%, dont le développement lui semblait devoir être important. Il déplorait aussi que le retraitement des MTR ne soit possible qu'aux Etats-Unis à l'ICPP depuis 1953 ou à Dounreay en Grande-Bretagne depuis 1958 .

Euratom se prononçait donc en faveur, soit de l'adjonction au projet SGN d'une unité de retraitement des combustibles hautement enrichis, soit de l'adoption d' «un nouveau projet d'usine de capacité limitée, qui ne retraiterait que du combustible hautement enrichi». Il laissait entendre qu'une aide financière d'Euratom ne serait alors pas exclue dans ce cas.

La France était également favorable à un projet qui aurait permis de retraiter les combustibles irradiés des réacteurs des sous-marins nucléaires, dont on mettait au point le prototype à terre, le PAT [4].

Entre juin et septembre 1961, le Comité technique examina la possibilité du retraitement des HEU à 20 et 90%; il proposa[5] que l'on n'envisageât pas l'extraction du plutonium dans les combustibles irradiés à 20%[6], mais que l'on récupérât seulement l'uranium. Pour cela il recommandait au Conseil d'administration de prendre les mesures permettant ultérieurement de modifier les installations dans ce sens, pour un surcoût estimé à 0,2 M$. On demanda à l'expert américain placé auprès d'Eurochemic, Robert J. Sloat, comment on pouvait retraiter des HEU dans les installations existantes et SGN fut chargée d'un rapport sur le retraitement des combustibles irradiés HEU des MTR. L'étude fut présentée en juin 1962.

Le retraitement des combustibles enrichis à 20% passait nécessairement par un accord avec les Américains, du fait du monopole technologique que détenaient les Etats-Unis en matière d'enrichissement civil et de l'application de la législation américaine relative aux exportations de matières fissiles.

Le 5 décembre 1961 le représentant américain à l'OCDE évoquait devant le Comité de Direction la possibilité pour Eurochemic de retraiter des combustibles irradiés dans le cadre d'un amendement à l'accord Euratom-Etats-Unis de 1959. Une mission AEEN-Eurochemic fut envoyée en conséquence en janvier 1962 aux Etats-Unis. Elle comprenait le Directeur-adjoint de l'AEEN Einar Saeland, Jerry Weinstein, Teun Barendregt et Robert J. Sloat. L'AEEN souhaitait au départ la conclusion d'un accord bilatéral entre l'Organisation internationale et les Etats-Unis[7]. Mais la Division des Affaires Internationales de l'USAEC souleva des problèmes de procédures, notamment la nécessité de passer par un Comité mixte du Congrès pour faire adopter un tel accord. Myron B. Kratzer expliqua notamment qu'il serait difficile d'expliquer au Congrès la nécessité de reconnaître la multiplicité des institutions européennes de coopération atomique. Il préconisait donc une solution plus souple, passant par les accords déjà existant avec Euratom. La mission déboucha donc sur un amendement à l'Accord Euratom-Etats-Unis signé les 21 et 22 mai 1962 [8]. Les combustibles étaient juridiquement transférés à Euratom, par l'intermédiaire de l'Agence d'approvisionnement de la CEEA.

L'usine pouvait donc élargir sa polyvalence aux combustibles hautement enrichi mais il fallut prévoir des adaptations.

***Un projet de retraitement des combustibles irradiés des surgénérateurs***

Le projet de retraitement de combustibles nouveaux allait prendre une troisième dimension par son couplage avec les projets de surgénérateurs français[9] et allemands.

Pendant l'été et l'automne 1962, en effet, des contacts furent pris entre des experts d'Eurochemic, le CEA – qui en avait réalisé l'étude préliminaire[10] – et les autorités allemandes, pour examiner le moyen d'adapter à l'usine Eurochemic, ou de construire à côté d'elle, une unité de retraitement des combustibles provenant des surgénérateurs. Certes les combustibles de ces derniers ne sont pas enrichis à l'uranium 235, mais contiennent environ 20% de plutonium[11]. La possibilité de traiter dans la même installation des combustibles HEU à 20% d'uranium 235 et des MOX à 20% de Pu semblait cependant envisageable en raison de la similitude des

[3] Sur les projets de la CEEA, voir, outre les Rapports annuels de la CEEA, NAU H.R. (1974).

[4] A partir d'uranium enrichi livré par les Etats-Unis, en attendant la production nationale à Pierrelatte.

[5] CA(61)38.

[6] Dans le cas des combustibles à fort taux d'enrichissement en uranium 235, la récupération de l'uranium enrichi restant est beaucoup plus intéressante que celle du plutonium, dont la formation dépend de la teneur en uranium 238, qui est justement faible dans un combustible fortement enrichi.

[7] Sur ce point et la suite, témoignage de Pierre Huet.

[8] CA(63)13.

[9] Sur le développement du projet français, voir FINON D. (1989). C'est l'époque de RAPSODIE.

[10] CA(62)15.

[11] On appelle ce mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium un combustible mixte oxyde, ou MOX.

contraintes de criticité, qui étaient en tous les cas très différentes de celles qui prévalent pour des enrichissements égaux ou inférieurs à 5%.

Une étude en ce sens fut présentée au Conseil d'administration par le Comité technique le 31 octobre 1962. Elle envisageait, soit une modification des installations prévues, soit la construction d'une nouvelle usine à côté de la première. Certains services seraient mis en commun. Cinq scénarios étaient examinés. L'estimation de surcoût variait de 3 à 8 M$ suivant la solution envisagée.

Ces possibilités furent discutées lors de la 14e séance du Conseil d'administration le 31 octobre 1962. Celui-ci décida la constitution d'un groupe de travail technique pour les examiner de façon plus approfondie et proposa de prendre des contacts exploratoires avec les autorités belges sur les problèmes de santé et de sécurité entraînés par une extension sur le site. La France et l'Allemagne étaient très favorables à cet agrandissement, notamment pour le retraitement des combustibles rapides. L'Espagne, la Suisse, le Portugal et le Danemark ne se montraient pas intéressés pour le moment. L'Italie manifestait sa préférence pour une deuxième usine, nettement séparée d'Eurochemic, car «une solution trop intégrée risquerait d'entraîner les pays non intéressés à participer en fait à la réalisation et à l'exploitation du nouveau projet». En fait cette extension entrait directement en concurrence avec un projet national, EUREX, qui était alors en examen pour co-financement avec Euratom[12] et qu'elle envisageait de mener parallèlement au projet Eurochemic. Du point de vue de l'Italie, il était indispensable qu'une séparation complète soit faite entre les deux projets de retraitement, les LEU à Mol, les HEU à EUREX. L'extension de la polyvalence allait en fait à l'encontre de ses intérêts et ce fait joua un rôle certain dans ses prises de positions face aux problèmes financiers rencontrés par l'entreprise de Mol[13].

Le Groupe de travail se réunit le 16 novembre 1962 et présenta son rapport au Conseil d'administration du 18 décembre 1962. Il se prononçait pour la réalisation de deux usines entièrement séparées, à l'exception de la purification finale du plutonium[14].

Le Directeur des recherches fit part des préoccupations des autorités sanitaires belges, mais sans qu'une réponse ferme ait été donnée[15].

L'avenir de la nouvelle usine annexée à la première dépendait en fait du financement par Euratom. Son représentant avait rappelé l'urgence du retraitement des MTR et souligné que «les différentes possibilités qui s'offrent pour effectuer ce retraitement étaient à l'étude». Euratom en effet avait contacté les Britanniques et les Américains.

### *Les tergiversations d'Euratom, l'abandon du projet de seconde usine et le recentrage de 1963*

Le 25 janvier 1963, dans une lettre à E.R. von Geldern, Pierre Huet défendait le projet d'extension à Mol et demandait à Euratom de se prononcer sur le soutien que la Commission pourrait apporter financièrement[16].

Mais la CEEA tarda à prendre position, probablement parce qu'on lui demandait de choisir entre Eurochemic et EUREX et, lorsqu'à la fin de 1964, elle adopta une politique pour le retraitement de ses combustibles irradiés, ce fut «en ménageant la chèvre et le chou». Eurochemic retraiterait des combustibles irradiés de BR2 et d'HFR, mais EUREX serait soutenue à la fois par une participation d'Euratom à son programme de recherche, à raison de 3 millions d' UC pour 3 ans, et par la conclusion de contrats de retraitement à prix fixé à l'avance[17].

---

[12] La révélation du projet italien avait été faite, au grand étonnement des autres membres du Conseil d'administration d'Eurochemic, le 12 octobre 1961. Cf. CA/M(61)3.

[13] Cf. infra.

[14] CA(62)30.

[15] Dans ses «observations sur le PV de la XVe séance du Conseil d'administration» du 18 décembre 1962, le délégué italien donne une version plus négative du compte-rendu de R. Rometsch et met l'accent sur le faible appui donné à la solution belge: selon lui, seuls les Belges, les Suédois et les actionnaires privés allemands se seraient déclarés favorables à Mol. Lors de sa 18e séance le Conseil d'administration décida de ne pas retenir ses observations, dans la mesure où elles portaient sur les prises de position d'autres administrateurs, et où c'était à eux de faire des observations sur leurs propos. Un exemplaire annoté par Pierre Strohl remet en cause la véracité de la transcription faite par le représentant italien. Quoi qu'il en soit, l'Italie utilisa tous les moyens envisageables pour affaiblir le projet d'extension à Mol.

[16] Le 30 avril 1963 une lettre signée conjointement par Erich Pohland et Teun Barendregt, qui ont appris qu'une décision est proche, apporte des informations qui seraient susceptibles de «torpiller» Eurex, soulignant qu'aux yeux de Floyd L. Culler le coût de l'usine italienne serait sous-estimé d'un facteur trois, que le procédé ne serait pas au point et que le prix du retraitement serait nettement supérieur à celui pratiqué aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne, ainsi qu'à Eurochemic. Document sans cote, dossier du CA de 1963.

[17] Rapport annuel de la CEEA (1964-1965), Volume de Documents, p. 59.

Entre temps, lors de la 19e séance du Conseil d'administration le 2 octobre 1963, le projet d'une usine annexe avait été enterré[18]. Le Conseil d'administration se repliait sur une solution présentée en août 1963 par un rapport technique interne[19].

Celle-ci consistait à adapter les installations au retraitement des combustibles HEU, profitant du fait que l'atelier de purification finale du plutonium était toujours en cours de réalisation. Cela conduisait en particulier à envisager la construction d'un troisième dissolveur. Le coût de l'adaptation apparaissait comme minime par rapport aux précédents: 0,5 M$, dont 0,2 avaient déjà été engagés dans les modifications décidées.

Mais la crise financière gela toute concrétisation de la décision jusqu'en juin 1964. A cette date[20], le Conseil d'administration décida d'effectuer les adaptations et additions à l'équipement de l'usine nécessaires au traitement des HEU, afin que l'usine soit prête, comme l'avaient demandé Euratom et les Belges, à retraiter des combustibles irradiés de BR2. Il était prévu de les financer à l'aide du reliquat d'un emprunt de 2M$ qui avait été souscrit en 1962 auprès de la Caisse d'Epargne belge pour payer la construction d'un ensemble de 87 logements. Des contacts étaient en outre pris pour HFR.

Cette extension d'Eurochemic aux combustibles irradiés HEU provoqua les plus vives protestations de l'Italie, qui regretta «une décision qui va directement à l'encontre des intérêts du projet italien EUREX», tout en augmentant encore les frais. L'Italie menaça donc de remettre en cause ses engagements de contribuer aux dépenses de recherches et à la couverture du déficit d'exploitation, alors que l'entreprise venait tout juste de sortir de la plus grave crise financière de son existence.

### La crise financière et sa résolution

L'épuisement du capital initial bien avant l'achèvement des travaux nécessita la recherche de nouvelles sources de financement dans le contexte général d'accélération de l'inflation des prix et des salaires du début des années soixante. La précision accrue des devis accompagna de plus l'augmentation du coût du projet. Le Tableau 16a retrace l'évolution des différentes estimations du projet, qui sont à comparer avec le coût final réel.

Si le cap du premier million de dollars engagé ne fut dépassé qu'au début de 1960, le démarrage du chantier en juillet de la même année entraîna une brusque augmentation des dépenses. Le capital initial de 21,5 M$ fut épuisé en mai 1963. Une première augmentation de capital de 7,45 M$ apparut nécessaire dès l'approbation de l'avant-projet détaillé de SGN en juin 1961 mais elle ne fut souscrite que le 18 juin 1963. Une seconde, d'un montant de 6,8 M$, fut négociée dans des conditions très difficiles et porta le capital social de l'entreprise à 35,75 M$ le 1er juillet 1964. La libération du capital fut achevée en mars 1966 (Tableau 16b).

Comme on peut le constater alors que le capital total débloqué fut de 35,75 M $, le montant total des dépenses fut de 46,73 M $. L'obtention de la différence fut le prix payé pour la mutation de l'entreprise et pour la réalisation du projet.

#### *Les difficultés financières et les privilèges fiscaux (mai 1960-avril 1962)*

Dès mai 1960[21], comme conséquence de l'estimation globale de l'avant-projet n°4, qui faisait apparaître un léger dépassement du capital pour assurer la construction et les premières années de fonctionnement, des moyens de limiter les dépenses furent recherchés . Dans ce but, le Groupe spécial fut amené à recommander à l'Etat belge d'exonérer d'impôts indirects ou de taxes équivalentes la Société pendant une durée de 5 ans, de ne pas percevoir de droits de douane sur les matériels et équipements nécessaires aux travaux des entrepreneurs, de compenser par une contribution spéciale ou par une participation supplémentaire aux investissements de la Société les taxes prélevées sur les salaires des personnels[22]. Le Groupe spécial estimait en effet à 1,2 M $ les charges fiscales qui devaient peser sur l'entreprise pendant la durée de la construction, malgré les exemptions prévues dans les statuts[23]. L'ensemble de ces charges avait initialement pour but de ne pas fausser une concurrence industrielle qu'on envisageait en 1957 devoir survenir dans un avenir proche. Mais dès 1960 la perspective avait changé. Les grandes ambitions industrielles des années cinquante s'étaient évanouies ou

---

[18] CA/M(63)4 et CA(63)35.

[19] EIR 96.

[20] CA(64)22 et CA/M(64)3.

[21] NE/EUR(60)3 du 20 mai 1960; NE/EUR/M(60)2 du 29 juin 1960.

[22] Bien qu'elle bénéficiât de privilèges fiscaux, la Société était soumise au paiement des impôts indirects et son personnel à l'impôt sur le revenu.

[23] Cf. article 7.

Tableau 16a. La «dérive financière» du projet Eurochemic 1958-1968, en M UC/UEP

| Date de la prévision | Document de référence | Investissement | Fonctionnement | Total | Date prévue pour l'achèvement de l'usine | Capacité prévue de l'usine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01.1956 | Rapport Nicolaïdis | 40 | s.o. [24] | s.o. | 1960 | 500t/an |
| 02.1957 | Estimation Rometsch [25] | 18,5 | s.o. | s.o. | | 50t/an (500 salariés) |
| 03.1957 | Contreproposition D'Hondt [26] | 10,373 | | | | |
| 09.1957 | CDEN (1958) | 12 | 7 (+1) [27] | 20 | 1961 | 100t/an |
| 09.1959 | Avant-projet N°3 scénario 1 | | | 23,7 | | 100t/an |
| 09.1959 | Avant-projet N°3 scénario 2 | | | 17,7 | | 350 kg/j (60-70 t/an) |
| 02.1960 | Avant-projet N°4 | 15,93 | 5,84 | 21,77 | fin 1963 | 350 kg/jour (60-70 t/an) |
| 03.1961 | Avant-Projet détaillé SGN [28] | 24,664 | 6,036 | 30,7 | fin 1963 | 40-70t/an |
| 09.1963 | CA(63)28 | 27,2 | 11,5 [29] | 38,7 | fin 1965 | " |
| 05.1968 | BAREN-DREGT (1968) | 29,6 [30] | 3,15 à 3,5 [31] | s.o. | juillet 1966 | " |
| Réel | Capitaux débloqués de 1958 à 1966. | s.o. | s.o. | 46,73 [32] | s.o. | s.o. |

Tableau 16b. **Chronologie de la libération du capital de la Société Eurochemic**

| Date de libération | Montant libéré (M $) | Part du capital initial (I), de la première augmentation (II), de la seconde augmentation (III) | Montant libéré cumulé (M $) |
|---|---|---|---|
| 07.1959 | 4,30 | 20% (I) | 4,30 |
| 06.1960 | 6,45 | 30% (I) | 10,75 |
| 06.1962 | 6,45 | 30% (I) | 17,20 |
| 05.1963 | 4,30 | 20% (I) | 21,50 |
| 06.1963 | 1,49 | 20% (II) | 22,99 |
| 02.1964 | 3,73 | 50% (II) | 26,72 |
| 03.06.1964 | 1,36 | 20% (III) | 28,08 |
| 12.1964 | 2,23 | 30% (II) | 30,31 |
| 23.06.1965 | 3,40 | 50% (III) | 33,71 |
| 03.1966 | 2,04 | 30% (III) | 35,75 |

[24] s.o. : sans objet. n. : note dans un tableau de chiffres.

[25] RAE 1, p. 255. Par réduction de l'avant-projet 3, se montant à 21 M$ de dépenses d'investissement.

[26] Reprend l'estimation Rometsch en externalisant le traitement des déchets au CEN.

[27] Dépenses cumulées jusqu'à achèvement plus deux premières années d'exploitation. Plus 1 M de fonds de réserve.

[28] CA(61)4 et CA(61)14, l'avant-projet lui-même table sur 24,01 M$.

[29] Sans les dépenses de fonctionnement du laboratoire 1964-1965 (2,9 M).

[30] Coût réel.

[31] Estimation par an in NE/EUR(66)3.

[32] Total des contributions de l'OCDE, des appels de tranches du capital et des emprunts de 1958 à 1966. Voir détails ci-après.

avaient été reportées plus loin dans le temps. Le Groupe spécial considérait en effet qu'Eurochemic avait changé de vocation. L'entreprise apparaissait désormais «comme un centre commun d'expérience ou comme un laboratoire européen d'intérêt général». Dans cette perspective «l'idée de concurrence normale sur laquelle reposent les textes rédigés en 1957 appar[aissait], au moins dans l'immédiat, sans aucun fondement».

Des négociations s'engagèrent donc entre le Directeur de l'AEEN et le Gouvernement belge sur ces questions fiscales. En avril 1962 le Groupe spécial recommanda à la Belgique, qui se rallia à la majorité de ses partenaires, d'accepter que le matériel utilisé par les entrepreneurs soit importé en franchise, à condition qu'il ne serve qu'à Eurochemic et qu'il soit réexporté immédiatement après la fin des travaux. Cette décision fut appliquée avec effet rétroactif[33].

La remise de l'Avant-projet détaillé de SGN posa cependant le problème financier dans toute son acuité.

### *La première augmentation de capital (juin 1961-juin 1963)*

#### *Les conséquences financières de l'avant-projet détaillé*

Le capital initial de la Société qui, avec l'adhésion de l'Espagne, se montait à 21,5 M $ , fut libéré en quatre tranches, de 20% lors de la séance constitutive de la Société, 30% en juin 1960, 30% en juin 1962 et 20% en mai 1963. Or l'adoption de l'avant-projet détaillé de l'usine établi par SGN et approuvé le 13 juin 1961 nécessitait de disposer de 30,7 M$ jusqu'à la fin de 1963. Le dépassement par rapport à l'avant-projet 4 du Bureau d'Etudes et de Recherches était dû «à des modifications de l'usine (+2,30 M$) et des laboratoires (+0,22 M$) apparues nécessaires à la lumière d'études plus poussées, à l'inclusion d'éléments nouveaux tels qu'un second dissolveur[34] (+1,45 M$), enfin à l'adoption d'une marge pour imprévu nettement plus élevée que dans la précédente estimation (+3,01 M$)»[35].

En août 1961 Pierre Strohl transmettait à Pierre Huet un projet de note sur le financement supplémentaire d'Eurochemic[36]. Le dispositif reposait sur l'émission de 184 actions nouvelles (soit 9,2 M$). Une division entre les membres de la Société était proposée. Elle combinait la distribution initiale du capital social et la répartition sur la base du revenu national. Une diminution de l'investissement de la Turquie et du Portugal était prévue, compte tenu de leur situation particulière. Pierre Strohl s'était d'autre part assuré de la bonne volonté belge. Le pays était en effet disposé à apporter une «participation supplémentaire aux investissements d'environ 2 M$, à condition que la couverture du déficit de fonctionnement de la Société au delà de la période de construction, à l'époque le 1er janvier 1964, soit faite sur la base du revenu national, suivant la pratique normalement suivie par les organismes internationaux». Cette condition avait pour but de découpler la couverture du déficit de la participation aux augmentations de capital.

La répartition prévue était celle indiqué dans le Tableau 17. Elle est à comparer avec le résultat de la première augmentation du 18 juin 1963.

Trois pays refusèrent en effet l'augmentation de capital proposée et la Belgique souscrivit dix actions de moins que prévu.

#### *Première brèche dans la solidarité des actionnaires ; les refus de souscription italien, portugais et turc*

Le 12 octobre 1961 l'Italie faisait savoir, par une déclaration d'Achille Albonetti annexée au procès-verbal de la dixième séance du Conseil d'administration, qu'elle refusait l'augmentation de capital[37]. Elle avait en fait pris la décision de limiter au minimum sa participation à l'entreprise. Cette position fut défendue fermement et continûment par le représentant italien, ce qui ne laissa pas de provoquer de très fortes tensions au sein du Groupe spécial. En octobre 1961 les raisons invoquées étaient financières: «Le Comité ne dispose pas actuellement des ressources financières et humaines additionnelles susceptibles d'être mises à la disposition d'Eurochemic». Plus précisément le CNEN estimait que «si certains administrateurs souhaitent transformer une

---

33 NE/EUR/M(62)1 du 19 juin 1962.

34 L'avant-projet 4 ne prévoyait qu'un seul dissolveur multi-tâches, mais les études ultérieures prouvèrent qu'il n'était pas adapté à des taux d'enrichissement de 5%; il fut décidé d'en faire deux, le premier jusqu'à 1,6%, le second au-delà. Ultérieurement le second dissolveur ne fut considéré comme sûr que jusqu'à 4,6%; la décision d'adapter l'usine au retraitement de HEU entraîna la construction d'un troisième dissolveur, sûr jusqu'à 93%.

35 NE/EUR(61)1, p.2.

36 Projet de note du Directeur de l'AEEN au groupe Spécial sur le financement supplémentaire, 1er août 1961. Dossier du Groupe Spécial.

37 CA/M(61)3. Ce point de vue fut développé dans une lettre du 4 décembre 1961 adressée par M. Colombo, Président du CNEN et Ministre de l'Industrie, à Pierre Huet. Celle lettre est évoquée dans les Archives mais en est absente, cf. NE/EUR/M(64)1 p.9.

Tableau 17. **Projet et réalisation de la première augmentation de capital**

| Pays | Proposition août 1961 | Réalisation 18 juin 1963 | Différence |
|---|---|---|---|
| Belgique | 46 | 36 | -10 |
| Allemagne | 32 | 32 | 0 |
| France | 32 | 32 | 0 |
| Italie | 20 | 0 | -20 |
| Suède | 10 | 10 | 0 |
| Espagne | 10 | 8 | -2 |
| Pays Bas | 9 | 9 | 0 |
| Suisse | 8 | 8 | 0 |
| Autriche | 5 | 5 | 0 |
| Danemark | 5 | 5 | 0 |
| Norvège | 4 | 4 | 0 |
| Turquie | 2 | 0 | -2 |
| Portugal | 1 | 0 | -1 |
| TOTAL | 184 | 149 | -35 |

usine-pilote en usine industrielle, estimant que cela peut convenir à leurs exigences, le CNEN, pour sa part, ne voit pas la possibilité de le faire, et estime qu'un tel but modifie l'objet même de la Société en entraînant des dépenses additionnelles non prévues par les statuts de la Société et qui par ailleurs ne sont pas nécessaires à l'obtention du but recherché». Il préconisait que l'on respectât strictement l'enveloppe initialement prévue.

A partir d'octobre 1961 l'Italie fit une lecture restrictive de la Convention et du Traité[38] et refusa de voir en Eurochemic autre chose qu'une entreprise de recherche[39]. Cette lecture se coupla par la suite avec l'exigence d'une gestion financièrement équilibrée.

Le même jour était présentée la position de la Turquie, par une déclaration de M. Erikan. Elle invoquait les difficultés économiques générales connues par le pays pour refuser la souscription de nouvelles actions et le principe de la couverture du déficit d'exploitation sur la base du revenu national, lui préférant une clé établie «sur la base des profits techniques et des avantages dont bénéficieront les souscripteurs d'actions»; l'application de cette clé aurait exonéré le pays.

Le Portugal rejoignait le groupe du refus et proposait une répartition du déficit entre les pays en fonction des combustibles retraités[40]. L'Espagne réduisit sa contribution à huit actions, estimant que ce chiffre correspondait mieux à ses capacités.

Ces refus ou limitations entraînèrent la décision belge de réduire sa contribution.

*Le problème de la couverture des déficits prévisibles après la fin des travaux*

Le Groupe spécial recommanda lors de sa quatrième réunion du 13 avril 1962 [41] «que les dépenses de la Société, à partir de 1964, dans la mesure où elles ne seront pas équilibrées par ses recettes, soient couvertes par

[38] Révélatrice de cette position est la citation, tronquée car limitée au premier alinéa, de l'article 3 des Statuts, qui ouvre la déclaration d'Achille Albonetti :

«L'article 3 des Statuts précise comme objectif la construction et l'exploitation, avant 1961, d'une usine et d'un laboratoire destiné au traitement du combustible irradié «pour la mise au point de la technique et pour la formation des spécialistes dans ce domaine». Le CNEN estime qu'avec le capital mis à la disposition de la Société, il est possible de construire une usine pouvant répondre aux objectifs de la Société».

Il n'est pas inutile de rappeler ici que le début du 2e paragraphe de l'article est en fait: «La société exercera toute activité de recherche *et d'ordre industriel...*», et que cette expression est reprise du quatrième et dernier considérant de la Convention.

La nationalisation prévue de l'électricité en Italie qui déboucha sur sa reprise par l'ENEL en 1963 est peut-être une des causes de la position du CNEN, très inquiet pour son avenir. Mais le projet EUREX a probablement été prédominant.

[39] Une nouvelle déclaration fut annexée par exemple au procès-verbal de la 5e session du Groupe spécial NE/EUR/M(63)1. En juin 1963 l'Italie menaça, dans la mesure où une proposition d'amendement qu'elle avait faite de l'article 4 ter des Statuts n'avait pas été discutée, d'appliquer la procédure de saisine du Tribunal prévue par l'article 16 de la Convention.

[40] Le Portugal n'avait pas de combustible à faire retraiter.

[41] NE/EUR/M(62)1.

des contributions des gouvernements des pays participants calculées sur la base du revenu national et plus précisément selon le barème des contributions au budget de l'OCDE, ramené aux treize pays participants».

Les participants hésitaient à s'engager pour la période restant à courir avant l'expiration de la Convention, signée initialement pour 15 ans, et demandèrent que des études prospectives précises soient confiées à un Comité restreint.

*L'augmentation de capital de juin 1963*

La première augmentation de capital se montait donc à 7,45 M d'UC/AME par l'émission de 149 actions nouvelles au lieu des 184 initialement prévues. Elle était insuffisante toutefois pour permettre l'achèvement du chantier. Dès le mois de novembre 1963 le Conseil d'administration s'inquiétait de l'épuisement du capital à la fin du mois d'avril 1964 [42]. Les dépenses prévisionnelles pour les années 64-67 se montaient à 21,4 M$, en investissement et en fonctionnement[43]. De plus la décision de l'Assemblée générale du 18 juin précisait que «la décision prise en ce qui concerne l'augmentation de capital n'implique aucun engagement de la part des actionnaires quant au barème suivant lequel pourraient être couverts les déficits d'exploitation éventuels de la Société». A cette date les positions des participants sur ce problème étaient incompatibles. Elles peuvent être résumées dans le tableau suivant[44]:

Tableau 18. **Positions des actionnaires sur le mode de couverture des déficits**

| Formule de couverture des déficits | Pays adoptant la formule |
|---|---|
| Suivant le revenu national | Autriche, Danemark, Norvège, Espagne, Suède, Suisse |
| Suivant la distribution du capital | «D'autres actionnaires» |
| Par une gestion purement commerciale (prix du retraitement, augmentation du capital, financement exceptionnel) | Italie |
| Sur la base de l'utilisation de l'usine par les actionnaires | Portugal |

Le rythme des sessions du Groupe spécial s'accéléra car il fallait trouver un terrain d'entente. Le Groupe spécial se réunit le 27 juin 1963, le 26 novembre, le 24 février 1964, le 17 avril et le 1er juillet. Dans l'intervalle se déroulèrent de nombreux contacts diplomatiques. L'hiver 1963-1964 fut une période de très forte tension. L'abandon pur et simple du projet fut même envisagé au Conseil d'Administration.

***Deuxième augmentation de capital et contributions OCDE (juillet 1963-juillet 1964)***

*Le Comité restreint du Groupe spécial et la proposition de novembre 1963*

Le 10 mai 1963, lors de sa cinquième réunion, le Groupe spécial avait décidé de créer un Comité restreint composé des représentants de quatre ou cinq pays et d'un représentant de la Société chargé «d'estimer le montant des dépenses et des recettes de la Société pour les quatre prochaines années, d'étudier les moyens qui permettraient de réduire ou de supprimer les déficits éventuels», enfin de «faire des propositions au Groupe spécial pour leur couverture éventuelle». Le rapport était alors à remettre avant la tenue de l'Assemblée générale du 18 juin 1963 qui procéda à la première augmentation de capital.

En fait le Comité ne fut constitué qu'après cette date. Il tint sa première session le 19 juillet 1963. Il était composé des représentants du Danemark, de l'Allemagne, de l'Autriche, de la Belgique et de l'Italie; des représentants de l'Euratom et d'Eurochemic y participaient[45]. Il se réunit quatre fois et son rapport fut examiné lors de la septième session du Groupe spécial le 26 novembre 1963 [46]. Le rapport envisageait la situation financière de la Société, prévoyant les dépenses – et leur possible réduction – à l'horizon de 1967. Il proposait une nouvelle augmentation de capital pour couvrir des dépenses d'investissement et des frais de

[42] NE/EUR(63)11.

[43] CA(64)3.

[44] Source: NE/EUR/M(63)2, p. 7.

[45] H. von Bülow (Danemark, Président), B. Steinwender (Autriche), R. Depovere (Belgique), C. Zelie (Allemagne), N. Catalano, puis M. Zifferero (Italie); C.Ramadier pour Euratom, T.Barendregt, Y.Leclercq-Aubreton, R.Rometsch, P.Strohl et Y.Sousselier pour Eurochemic.

[46] NE/EUR(63)10.

fonctionnement[47] estimées à 9,3 M$, nécessaires pour permettre l'achèvement de la construction. Le Conseil d'administration ajoutait une provision de 1,5 M$, soit 10,8 M$. Le Directeur Général de l'AEEN proposait donc[48] l'émission de 216 actions nouvelles, réparties comme le précise le Tableau 19. La «situation spéciale» de la Turquie et du Portugal, qui avaient fait connaître leur décision de ne pas souscrire à cette nouvelle augmentation, était prise en compte.

Tableau 19. **Projet et réalisation de la seconde augmentation de capital**

| Pays | Proposition novembre 1963 | Réalisation 1er juillet 1964 | Différence |
|---|---|---|---|
| Allemagne | 40 | 28,5 | -11,5 |
| France | 40 | 28,5 | -11,5 |
| Italie | 22 | 0 | -22 |
| Belgique | 22 | 22 | 0 |
| Suède | 17 | 12 | -5 |
| Pays Bas | 15 | 10,5 | -4,5 |
| Suisse | 15 | 9 | -6 |
| Espagne | 15 | 8 | -7 |
| Danemark | 11 | 5,5 | -5,5 |
| Autriche | 10 | 5 | -5 |
| Norvège | 9 | 4,5 | -4,5 |
| Portugal | 0 | 0 | 0 |
| Turquie | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 216 | 136 | -80 |

La distance était grande entre les montants prévus et les émissions réelles. Il fallut donc trouver des solutions complémentaires

Il était par ailleurs proposé que les dépenses du programme de recherche ainsi que le coût net d'exploitation pour les années 1966 et 1967, c'est-à-dire 10,6 M$, soient financées par des contributions des gouvernements participants, sur la base des barèmes OCDE, contributions décidées par le Conseil de l'OCDE par accord entre les pays membres et Eurochemic. Ainsi les budgets annuels de la Société seraient inclus, comme celui de l'AEEN, dans celui de l'OCDE.

*Le blocage (novembre 1963-avril 1964)*

Un environnement international défavorable

Au tournant de 1963-1964 régnait une très forte incertitude quant à l'avenir d'un projet qui semblait de plus en plus coûteux, alors que les perspectives de commercialisation et même l'intérêt technique de la recherche en matière de retraitement des combustibles à uranium naturel et faiblement enrichi pouvaient apparaître comme moindres qu'en 1957.

En effet un certain nombre de pays participants développaient leurs propres projets de retraitement. La Hague était alors en construction – UP2 était destinée à retraiter les combustibles irradiés UNGG des nouvelles centrales de puissance françaises[49].

La décision avait été prise en 1962 par l'Allemagne de construire une petite usine à Karlsruhe, la future WAK[50], pour le retraitement du combustible irradié du Mehrzweck-Forschungsreaktor (MZFR).

L'Italie, quant à elle, avait débuté en avril 1963 les travaux de son usine EUREX [51] de Saluggia, destinée à retraiter des combustibles irradiés à l'uranium hautement enrichi, en association avec la firme américaine Vitro, et cherchait le soutien financier de l'Euratom.

De plus les capacités mondiales à court et moyen terme étaient en voie d'augmentation du fait du Royaume-Uni à Windscale et des Etats-Unis à West Valley et à Morris. La nouvelle unité de Windscale 2 était

47 Le délégué de l'Italie se réjouit avec une certaine malice, dans sa déclaration du 26 novembre 1963, que l'on envisage de financer des frais de fonctionnement par une augmentation de capital, solution qu'il avait proposée en 1961 et à laquelle il lui avait été répondu que cela ne répondait pas aux règles d'une saine gestion commerciale.

48 NE/EUR(63)12 du 19 novembre 1963 «Financement des dépenses de la Société (Note du Directeur Général)».

49 Le site avait été choisi depuis 1960, et l'inauguration eut lieu en 1966.

50 L'IGK (Uhde Leybold Lurgi) remit dans le deuxième quinzaine de décembre 1963 un pré-projet au Gouvernement fédéral, pour une usine de 30t de capacité d'U naturel ou LEU jusqu'à 1,6%.

51 Capacité 150 à 300 kg d'U235 par an. Le procédé prévu en 1963 employait de la tricaprylamine.

en phase d'essais au début de 1964 et l'usine Nuclear Fuel Services (NFS, filiale de la General Electric) était en construction en depuis janvier 1962 dans l'Etat de New York[52].

En 1964 de plus la General Electric envisageait une nouvelle usine exploitant à grande échelle un procédé nouveau. Ce devait être la Midwest Fuel Recovery Plant (MFRP) à Morris dans l'Illinois[53].

Enfin le rythme de développement des centrales nucléaires ne semblait pas encore devoir s'accélérer en Europe. La question se posait donc de savoir si Eurochemic pourrait un jour tourner à pleine capacité et si elle serait un jour rentable[54].

Où l'on envisage de mettre fin à l'expérience de coopération

Le 2 octobre 1963 le Conseil d'administration, tenu informé des travaux du Groupe restreint du Groupe spécial, décida de créer un Groupe de travail du Comité technique chargé d'une part de «rechercher les possibilités de réduire les dépenses d'investissement et de fonctionnement de la Société», en examinant les différentes options envisageables en ce qui concerne le programme des travaux (recherches et construction de l'usine)» et d'autre part d'«étudier un programme intérimaire permettant à la Société de continuer ses activités jusqu'à ce qu'une solution financière définitive intervienne».

Le Groupe de travail comprenait Yves Sousselier, Erik Haeffner et Maurizio Zifferero ainsi qu'un expert allemand, M. Boettcher, remplacé par Kurt Giese, auxquels s'ajoutèrent les trois Directeurs de l'entreprise. Leur rapport fut présenté au Conseil d'administration du 12 novembre 1963. Sur le premier point il envisageait trois scénarios.

Le premier consistait en l'arrêt total des activités au 31 décembre 1963 et en la dissolution de la Société. Aux 16 M$ engagés s'ajouteraient 5,5 à 7 M$ de paiement d'indemnités de licenciement, de résiliation de contrats de fournitures et travaux, ainsi que de règlement des fournitures et travaux effectués mais non payés.

Il resterait en fin de compte 5 à 7 M sur le capital de 28,95 M et des biens meubles et immeubles difficilement réalisables.

Le second scénario envisageait la réorientation de l'usine vers des activités exclusives de pilote, qui réduirait les effectifs et les coûts de fonctionnement. Deux «sous-scénarios» étaient examinés; l'un consistait à maintenir le programme de dépenses d'investissement prévu, ce qui laisserait ouverte la possibilité d'un redémarrage ultérieur à des fins industrielles, l'autre réduirait le programme d'investissement au strict nécessaire pour un pilote, et fermerait donc cette possibilité.

Dans le premier cas une rallonge de 9,5 M$ serait nécessaire, dans le second 8 M$. Le Groupe de travail donnait la préférence à la première de ces sous-solutions.

Le troisième scénario au contraire consistait à accentuer le caractère de production des installations, générateur de revenus de retraitement. Le Groupe restreint passait en revue les différentes possibilités d'approvisionnement en combustibles (du réacteur italien SIMEA, des LEU et HEU) et manifestait sa préférence pour le retraitement des combustibles faiblement enrichis.

Le coût d'investissement supplémentaire serait de 16,83 M$, à l'exclusion des recherches, réduites mais indispensables, évaluées à 6 M$. Des recettes de retraitement rapporteraient 6 M$ et des contrats extérieurs de recherche 2 M$.

Le Groupe de travail prévoyait alors un programme d'économies: les seules mesures efficaces lui semblaient le recentrage des recherches sur les seuls problèmes de mise en marche de l'usine et de gestion des déchets radioactifs et le déplacement de la Direction générale de Bruxelles à Mol.

Il présentait enfin un programme intérimaire qui reprenait les propositions de la Direction d'Eurochemic, consistant à poursuivre le rythme des travaux, qui serait ainsi possible avec le reliquat de capital jusqu'au 30 avril 1964. La décision sur le retraitement des HEU était renvoyée à plus tard.

---

[52] Elle devait être inaugurée en 1966. Eurochemic avait établi des liens avec NFS dans le cadre du programme de coopération avec les Etats-Unis. Un accord sur les échanges d'information avait même été signé.

[53] Le procédé Aquafluor développé avec succès en laboratoire permettait la production finale d'hexafluorure d'uranium, directement recyclable dans les usines d'enrichissement. Mais le passage à l'échelle industrielle fut catastrophique et l'usine, qui coûta 60 M $ à la General Electric, ne fut pas en mesure de retraiter quoi que ce soit.

[54] Les tarifs de NFS, d'une capacité d' 1t/j, étaient en 1964 les suivants: 30$/kg pour des lots supérieurs à 20 t, 40 pour des lots de taille européenne, c'est à dire inférieurs à 10 t. Windscale 2 retraitait des combustibles Magnox pour 15 $/kg. Il était question au début de 1964 de retraiter du combustible à uranium naturel du réacteur italien de Latina (SIMEA) , même si aucun contrat n'avait été signé.

Le Conseil d'administration[55] décida d'écarter la solution pilote, dans la mesure où n'en sortiraient que des résultats techniques limités – l'objet central étant de réaliser un pilote-industriel – où elle n'apporterait aucune information économique et où elle ne pourrait retraiter qu'une faible partie des combustibles disponibles.

La cessation des activités de la Société, décision du ressort du Groupe spécial, était techniquement et financièrement envisageable, mais aurait «des conséquences psychologiques graves» et constituerait «un scandale international».

Il fallait donc poursuivre la réalisation, mais en retraitant les plus grandes quantités possibles de combustibles, «étant donnée la proportion élevée des coûts fixes dans les dépenses d'exploitation de l'usine» et en variant les types de combustibles pour ne pas être dépendant d'un seul fournisseur. Ainsi était implicitement abandonnée la solution de la spécialisation dans le retraitement du combustible irradié de SIMEA (Latina). La recherche des contrats devait donc être accélérée.

Un programme intérimaire pour les 4 premiers mois de 1964 fut adopté et fut recommandé un programme prévisionnel couvrant les années 1964-1967, période «au-delà de laquelle une exploitation rentable de l'usine ou une interruption de l'exploitation peut être envisagée».

La crise de l'hiver 1963-1964

Le Groupe spécial réuni pour examiner les propositions du Groupe restreint le 26 novembre 1963 ne put prendre aucune décision. Les pays qui avaient déjà refusé la première augmentation de capital n'étaient pas plus disposés à souscrire la seconde. Si l'ensemble des partenaires avaient admis les raisons du Portugal et de la Turquie, l'aigreur à l'égard de l'Italie augmentait. Ce pays en effet, par ses déclarations[56], contestait à chaque séance du Groupe spécial, de l'Assemblée Générale et du Conseil d'Administration, la validité du projet et dénonçait en termes souvent peu diplomatiques ce qu'elle considérait comme une dérive par rapport au projet initial.

Au début de 1964 particulièrement, les relations entre les participants se tendirent.

Ainsi vis-à-vis de l'Italie la France déclara[57] «ne pouvoir participer à l'augmentation de capital si, de son côté, l'Italie ne participait pas. Il ne s'agi(ssai)t pas uniquement d'une question d'ordre financier mais d'ordre politique.

En 1957 les perspectives semblaient plus favorables et on n'a pas prévu la manière de combler les déficits. Il est inadmissible que l'un des partenaires en profite pour se soustraire à ses obligations envers les autres lorsque la Société doit supporter des frais supplémentaires. En outre les autorités françaises veulent éviter de s'engager au-delà de 1967».

La Belgique eut aussi droit à sa volée de bois vert : elle subordonnait l'effort qu'elle était prête à faire pour les dépenses d'investissement à la condition que les dépenses de fonctionnement et notamment la couverture du déficit prévisible soient réglées sur la base d'une clé tenant compte du revenu national. En attendant elle ne voulait pas souscrire les dix actions refusées lors de l'augmentation de capital de 1963. «Le gouvernement français a également retiré une impression très défavorable du refus du gouvernement belge de souscrire les montants qui lui ont été demandés, alors que ce gouvernement est le seul dont les mises de fonds soient compensées par des gains importants».

Au Groupe spécial, on décida de se revoir dans deux mois. Des démarches diplomatiques furent entreprises dans l'intervalle à Rome par plusieurs pays participants et par l'AEEN, avec un succès limité.

Dans une lettre du 3 février 1964 [58] le représentant de l'Italie auprès de l'OCDE rappelait la position de son pays: refus de participer à toute augmentation de capital, participation au seul programme de recherches, au financement d'un déficit de gestion éventuel, engagement de faire retraiter les combustibles italiens, «dans la mesure la plus large possible, à la condition que tous les autres membres de la société en fassent autant et que les coûts soient compétitifs».

Le Groupe spécial ne put lors de sa huitième session du 2 avril 1964 que constater à nouveau le blocage italien; il fut envisagé de recourir pour compenser le défaut de souscription de l'Italie à un emprunt commercial amorti grâce aux recettes provenant du retraitement des combustibles italiens. Cette solution fut cependant abandonnée comme comportant trop de risques par le Conseil d'administration, qui préconisait l'adoption d'un programme temporaire réduit[59].

---

55 CA(63)43 et CA/M(63)5.

56 Leur retranscription s'ajoute presque systématiquement en annexe des procès-verbaux.

57 Au Conseil d'administration, lors de la séance du 5 mars 1964, CA/M(64)1.

58 Copie sans cote, dossier huitième réunion du Groupe spécial.

59 NE/EUR(64)2.

*La sortie de la crise (17 avril 1964-1^er^ juillet 1964) – Le programme réduit et la seconde augmentation de capital*

Le dégel

Lors de la réunion du Conseil d'administration du 10 avril, la Belgique assouplit sa position tout en refusant de souscrire les dix actions litigieuses. Elle offrit de consentir à la Société un prêt garanti par l'Etat, d'un montant maximal de 1 M$, dans le cadre des lois d'expansion économique pour lui permettre de financer le programme initial de 21,4 M$, à condition que tous les pays acceptent le programme proposé et si des mesures pour retraiter les combustibles du BR2, c'est à dire du HEU, étaient prises.[60]

Le 17 avril le Groupe spécial se réunissait à nouveau dans la situation d'urgence qui existait alors et prenait les décisions suivantes.

Il adoptait à titre temporaire un programme de travaux réduit, de 14,8 M$ pour les années 1964-1967, comportant l'achèvement des installations conformément aux projets adoptés (pour 6,8 M$), l'exploitation expérimentale de l'usine avec des quantités de combustibles limitées – 8 à 20 t par an – (3,8 M$) et un programme de recherche restreint (4,2 M$).

Il recommandait de financer les dépenses d'achèvement des constructions par une nouvelle augmentation de capital de 6,8 M$ grâce à l'émission de 136 actions. Le groupe prenait acte du refus italien et le traduisait par la réduction du programme; il espérait que la Belgique souscrirait les dix actions réservées lors de la première augmentation de capital à la condition qu'un accord soit trouvé sur le financement du déficit d'exploitation prévisible.

Le Groupe spécial conseillait en outre, à l'initiative de l'AEEN, que les dépenses relatives au programme de recherches et le coût net d'exploitation, 8 M$ pour la période 1964-1967, soient couvertes par des contributions inscrites au budget de l'OCDE.

L'Italie déclara ne pouvoir accepter ces recommandations. Elle refusait en particulier qu'on admette un déficit programmé à l'avance, ce qui à ses yeux transformait la nature de la Société en organisme intergouvernemental. Le Portugal réserva sa position.

Il avait été envisagé de donner aux nouvelles actions émises depuis 1963 un statut privilégié en leur accordant une priorité de remboursement; ce projet d'amendement de l'article 31 des statuts fut abandonné à la suite des protestations du représentant de Belchim lors de la séance du Conseil d'administration du 3 juin 1964. Cette décision, proposée pour peser sur l'Italie, lésait en effet les intérêts des actionnaires privés.

La sortie de l'impasse financière – juin-juillet 1964

Le 16 juin 1964 le Conseil de l'OCDE suivait les recommandations du Groupe spécial et ouvrait un crédit de 8 M UC/AME pour la période 1964-1967 [61], couvrant les dépenses relatives au programme de recherches et le coût net d'exploitation de l'usine. Un premier crédit[62] de 1,56 M UC/UEP fut en conséquence prévu au budget pour l'exercice 1964, il passa à 2,33 M en 1965 et 3 M en 1966.

La seconde augmentation de capital fut décidée le 1^er^ juillet 1964 par l'Assemblée générale. Lors de la réunion du Groupe spécial qui eut lieu le même jour, l'Italie, qui s'était abstenue lors de la session du Conseil du 16 juin 1964 relative à la couverture des dépenses de recherche et du coût net d'exploitation, annonça qu'elle y contribuerait à hauteur de 6% (soit 0,4 M $ sur 6,8 M), «pourcentage (représentant) sensiblement la part de l'Italie dans le capital social actuel»[63].

Cette seconde augmentation de capital fut la dernière, mais elle ne réglait toujours pas dans son intégralité le problème du financement de la construction. En mars 1966 le Groupe spécial fut informé qu'il manquait encore 1,335 M$ pour achever la construction[64]. Si une nouvelle augmentation de capital n'était pas exclue, le Conseil d'Administration chargea le Directeur général de négocier la conclusion d'un emprunt comme solution intérimaire. Le Groupe spécial décida le 8 juin 1966 que son remboursement s'ajouterait au déficit d'exploitation jusqu'en 1971 et serait donc financé comme les dépenses de fonctionnement.

[60] CA(64)16.

[61] CES/64.27; rapport du Secrétaire général au Comité du Budget SCB/64.25.

[62] Chiffres établis à partir des bilans, sur la base de 50 FB= 1 UC/UEP.

[63] NE/EUR/M(64)4. Mais cela représentait la moitié de ce qu'elle aurait dû verser par application du barème de l'OCDE.

[64] NE/EUR/M(66)1.

Tableau 20. **Apports en capital de chaque pays, classés par ordre décroissant (Montant des souscriptions d'actions 1959-1964 en M UC/AME)**

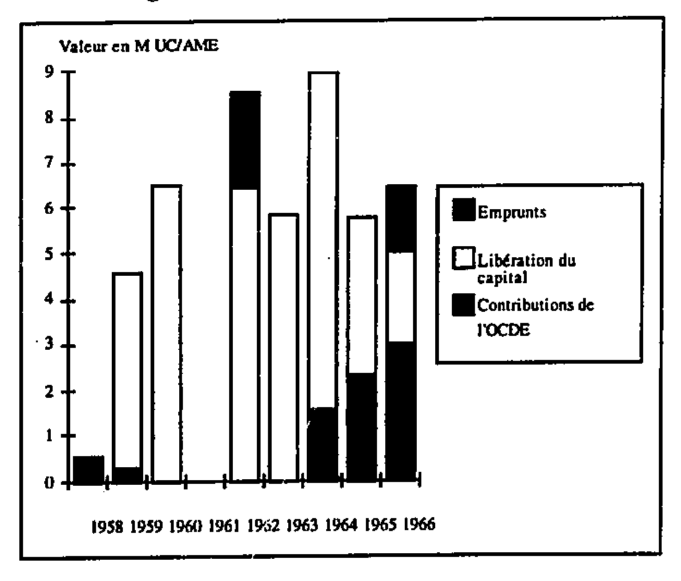
| Pays | Valeur des actions souscrites en 1959 [65] | Valeur des actions souscrites au 18 juin 1963 | Valeur des actions souscrites au 1er juillet 1964 | Apport total en capital | % de l'apport total en capital |
|---|---|---|---|---|---|
| Allemagne | 3,4 | 1,60 | 1,425 | 6,425 | 18, 0 |
| France | 3,4 | 1,60 | 1,425 | 6,425 | 18,0 |
| Belgique | 2,2 | 1,80 | 1,100 | 5,100 | 14,3 |
| Suède | 1,6 | 0,50 | 0,600 | 2,700 | 7,5 |
| Pays-Bas | 1,5 | 0,45 | 0,525 | 2,475 | 7,3 |
| Espagne | 1,5 | 0,40 | 0,525 | 2,425 | 7,3 |
| Suisse | 1,5 | 0,40 | 0,450 | 2,350 | 7,0 |
| Italie | 2,2 | 0,00 | 0,000 | 2,200 | 6,1 |
| Danemark | 1,1 | 0,25 | 0,275 | 1,625 | 4,5 |
| Autriche | 1,0 | 0,25 | 0,250 | 1,500 | 4,2 |
| Norvège | 1,0 | 0,20 | 0,225 | 1,425 | 4,0 |
| Turquie | 0,8 | 0,00 | 0,000 | 0,800 | 2,2 |
| Portugal | 0,3 | 0,00 | 0,000 | 0,300 | 0,8 |
| Total émis | 21,5 | 7,45 | 6,800 | 35,750 | 100,0 |

Plus de 50% du capital avait donc été fourni par trois des treize pays participants, la France et l'Allemagne, ainsi que la Belgique. Ni l'Italie, ni la Turquie, ni le Portugal n'avaient souscrit aux augmentations de capital complémentaires de 1963 et 1964.

Le financement de l'entreprise pendant la période fut assuré par la combinaison de la libération des tranches du capital – pour plus des trois quarts – des contributions de l'OCDE pour un peu plus de 16% et complémentairement par deux emprunts, selon les structures et les rythmes montrés dans le Tableau 21.

Le relais pris par les contributions OCDE après l'épuisement du capital allait transformer la nature d'Eurochemic. Elle fut en ce qui concerne son fonctionnement financier de moins en moins une entreprise et de plus en plus un organisme public international, «filiale» technico-scientifique d'une organisation économique internationale (Tableaux 22 et 23).

Tableau 21. **Rythme annuel et origine des sources de financement d'Eurochemic de 1958 à 1966**

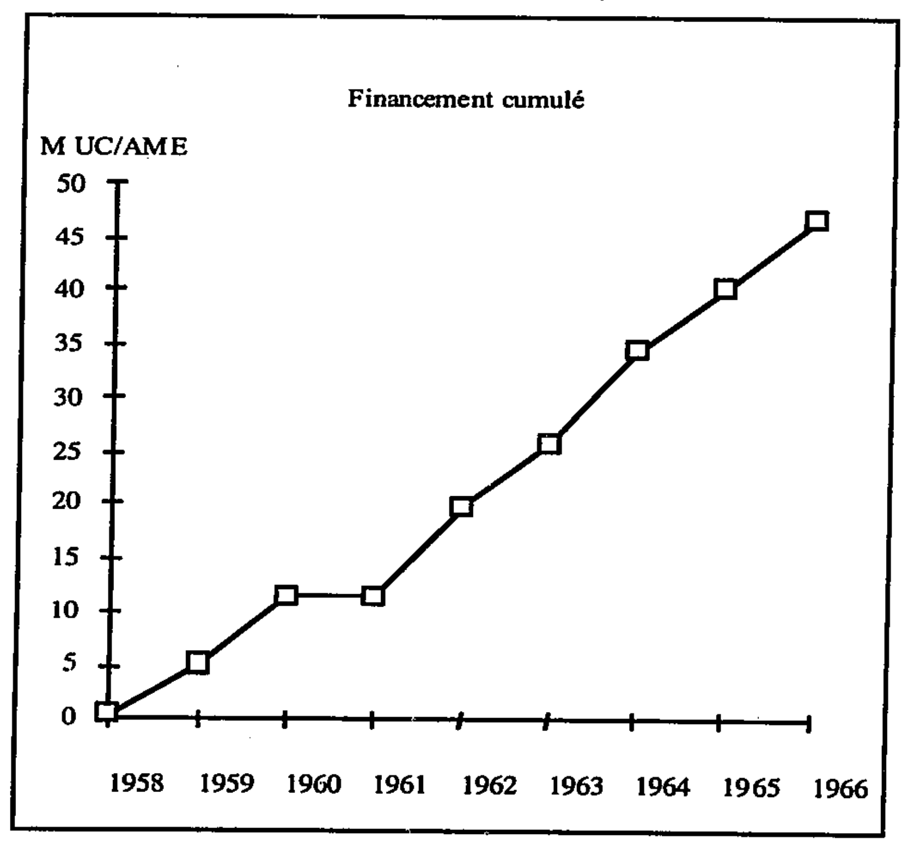



[65] Le 27 juillet 1959, sauf pour l'Espagne le 29 octobre.

Tableau 22. **Les sources du financement d'Eurochemic (Libération du capital, crédit et contributions de l'OCDE de 1958 à 1966 en M UC/UEP)**

| | Contributions de l'OCDE | Libération du capital | Emprunts | Total | Financement cumulé |
|---|---|---|---|---|---|
| 1958 | 0,500 | | | 0,500 | 0,500 |
| 1959 | 0,257 | 4,300 | | 4,557 | 5,057 |
| 1960 | | 6,450 | | 6,450 | 11,507 |
| 1961 | | | | | 11,507 |
| 1962 | | 6,450 | 2,000 | 8,450 | 19,957 |
| 1963 | | 5,790 | | 5,790 | 25,747 |
| 1964 | 1,560 | 7,320 | | 8,880 | 34,627 |
| 1965 | 2,330 | 3,400 | | 5,730 | 40,357 |
| 1966 | 3,000 | 2,040 | 1,335 | 6,375 | 46,732 |
| Total | 7,647 | 35,750 | 3,335 | 46,732 | |
| % Total | 16,4 | 76,5 | 7,1 | 100,0 | |

Tableau 23. **La croissance relativement régulière des ressources (due à la combinaison des financements)**




Les difficultés de financement furent la conséquence de la dérive des devis et de l'allongement des délais de réalisation. Ces facteurs ne furent pas propres à Eurochemic. Ils sont partagés par presque tous les projets de haute technologie[66] ; le phénomène fut renforcé par l'accélération de l'inflation des coûts et des salaires à partir du début des années soixante, qui n'avait également pas été envisagée en 1957. Les 20 M$ prévus et acceptés en 1957 se transformèrent en 46,7 M. Mais surtout la perspective de l'autonomie financière de l'entreprise était renvoyée à un horizon au moins lointain, si ce n'est chimérique.

66 Une boutade circulant dans les milieux nucléaires est révélatrice et connue de Pierre Huet et de Pierre Strohl sous le nom de «Théorème de Gibrat», du nom d'un des Présidents d'Indatom puis de la SFEN. On peut le formuler de la façon suivante: «Pour établir le coût réel d'un projet à partir des estimations de trois experts, en faire la somme. S'il n'y a qu'une seule estimation, la multiplier par le facteur π.» Dans cet «espace théorique» la dérive d'Eurochemic resta dans des limites raisonnables....

Des difficultés supplémentaires découlèrent également de l'absence de dispositions obligatoires dans la Convention sur la couverture des déficits pouvant intervenir après la mise en marche de l'usine. En fait[67] un déficit était à l'époque inconcevable dans l'esprit des responsables. Par la suite[68] ses concepteurs regrettèrent deux autres lacunes dans les dispositifs conventionnels et statutaires de la Société, l'absence «d'une disposition qui aurait garanti à l'Eurochemic l'exclusivité des contrats de retraitement de la part des actionnaires», ainsi que celle d' «une disposition protégeant Eurochemic contre la concurrence de ses propres actionnaires». On peut cependant douter que de telles dispositions eussent été acceptées dans le contexte de l'époque par certains actionnaires. La suite des événements devait montrer qu'une telle approche de la coopération internationale n'était pas la leur.

Ces lacunes en tout cas créaient un vide juridique. Celui-ci dut être comblé par le recours à la «bonne volonté» des gouvernements. Face à l'ampleur des moyens à trouver, la solidarité des partenaires fut mise à mal. Les tendances centrifuges ne concernèrent pas seulement l'Italie qui, avec EUREX, se trouva en concurrence directe avec Eurochemic et où les problèmes internes au CNEN aiguisèrent le conflit. La France comme l'Allemagne développèrent parallèlement leurs propres projets de retraitement, industriel pour la première, pilote pour la seconde, et dans le dernier cas ils utilisèrent largement le savoir-faire recueilli à Eurochemic[69]. Mais un partenaire discret comme le Danemark n'hésita pas à signer en mai 1965 un contrat quinquennal avec Dounreay pour ses combustibles irradiés dans le MTR DR2, alors même qu'Eurochemic aurait pu les retraiter dans le délai prévu et compte tenu de l'élargissement de la polyvalence de l'usine.

Car c'est un établissement de retraitement capable d'accepter toutes les sortes de combustibles existant en Europe à l'époque qui fut construit à Mol par la Société Eurochemic, avec l'aide de nombreuses entreprises européennes.

---

67 Témoignages de Pierre Huet et Pierre Strohl.

68 STROHL P. (1983), in ETR 318, pp. 12-13.

69 Sur ces points, voir les développements spécifiques au 5e Partie, chap. premier.

*Chapitre 3*

# Coopération européenne,
## recherche appliquée et développement industriel dans la construction de l'usine et des laboratoires
### *1961 – 1965*

L'approbation le 13 juin 1961 par le Conseil d'Administration de l'avant-projet détaillé de SGN marqua le véritable début de la période de construction de l'usine. En novembre 1961 démarrèrent les travaux de génie civil. L'aile chaude du laboratoire de recherches était prête en février 1964, le laboratoire analytique de l'usine commençait à fonctionner en août 1964. Les travaux de construction de l'usine étaient pratiquement achevés en octobre 1965 et les essais purent alors débuter, préparant la mise en service industriel de 1966.

L'aménagement du site de 1961 à 1965 se fit grâce à une coopération européenne à plusieurs niveaux mettant en jeu de multiples participants.

Le système des acteurs de la construction est complexe. Il s'articule autour de deux pôles : Eurochemic d'une part, les entreprises extérieures de l'autre, suivant le Tableau 24 ci-dessous :

Tableau 24. **Les acteurs de la construction de l'usine**

| EUROCHEMIC | ENTREPRISES EXTERIEURES |
|---|---|
| Direction générale | 1. Services d'ingénierie |
| | *Architecte industriel principal* |
| Direction des recherches | *Architectes industriels* |
| Direction technique | 2. Biens et services matériels |
| | *Entrepreneurs constructeurs* |
| | *Sous-traitants et fournisseurs* |

Les entreprises extérieures travaillaient sous la surveillance d'Eurochemic et sous la direction des architectes industriels, qui avaient la responsabilité d'un segment du chantier. Un système d'appels d'offres internationaux permettait aux entreprises de toute l'Europe de participer à l'effort de construction. En présentant les tâches et les fonctions des différents acteurs, il faut examiner l'organisation de leur coopération et les problèmes qui se sont posés très concrètement lors de l'aménagement du site. La vocation internationale de l'entreprise ajouta en effet un degré supplémentaire à la complexité du système qui permit de mener à bien la construction de l'établissement.

La coopération européenne fut d'abord interne à l'entreprise. L'évolution des structures de celle-ci se fit parallèlement aux étapes du chantier. L'effectif s'accrût grâce au recrutement de personnels venus de tous les pays membres. A la fin de 1965 Eurochemic employait une équipe de 360 salariés, dont la composition reflétait, avec certaines distorsions cependant, les objectifs de coopération internationale qui étaient à l'origine du projet.

Un important programme de R&D coordonné par la Direction des recherches fut réalisé. Priorité fut donnée au début du chantier à la construction du laboratoire de recherches et à l'installation d'équipements performants. Ces excellentes conditions matérielles permirent une rapide montée en puissance de la R&D qui se traduisit par des résultats non négligeables. Mais les difficultés financières de l'entreprise entraînèrent un déplacement très rapide des priorités vers l'usine, qui ne permit pas à l'effort de R&D de porter tous les fruits qui auraient pu être attendus de lui.

La coopération européenne se fit également en dehors d'Eurochemic, grâce à l'association étroite nouée entre la Direction technique de l'entreprise et les architectes industriels d'une part, ainsi que par les liens qui

s'établirent avec des centaines de fournisseurs et sous-traitants dans la procédure des appels d'offres, les passations de contrats et leur exécution. La multiplicité des acteurs et les modifications introduites dans la planification du projet en cours d'exécution furent toutefois à l'origine de problèmes particuliers d'organisation qui, s'ils furent résolus, retardèrent quelque peu l'achèvement du chantier.

## La coopération européenne dans l'entreprise

Entreprise à vocation industrielle et fille d'une organisation internationale, Eurochemic présente des caractères hybrides très particuliers, qui peuvent se lire à la fois dans ses organigrammes et dans l'évolution de la composition de son personnel.

### *Les structures de la Société et leur évolution – Une entreprise industrielle marquée par l'empreinte internationale*

*L'organisation générale de l'entreprise et son évolution*

Les trois organigrammes de 1961, 1964 et 1966 présentés dans la Figure 34 montrent à la fois la structure et l'évolution de l'entreprise.

Les liens avec l'OCDE se traduisirent par l'existence d'un secrétariat général de l'entreprise étroitement lié à l'AEEN. Le caractère industriel s'incarnait dans l'existence de trois directions fonctionnelles. Le modèle privé prédominait mais le caractère public international s'exprimait dans les structures comme dans le recrutement. L'entreprise présentait cinq niveaux hiérarchiques (Figure 33).

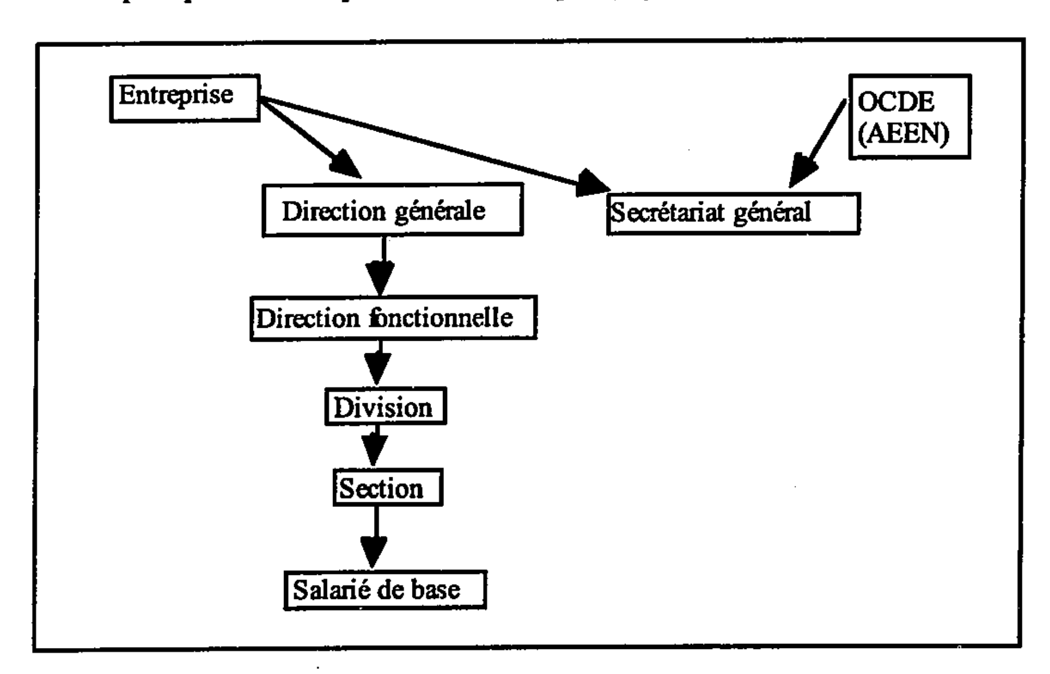



**Figure 33.** Les cinq niveaux hiérarchiques[1].

Erich Pohland assura la Direction générale jusqu'à sa retraite le 31 décembre 1963. La perspective de son départ amena la recherche d'un successeur, que l'on avait d'abord envisagé être allemand pour respecter le système officieux de répartition nationale des postes[2]. Le ministère de la recherche allemand proposa quelqu'un

[1] Dont seuls les trois premiers sont repris sur les organigrammes d'ensemble.

[2] D'après Yves Leclerq-Aubreton à chaque fonction était attribué au départ un certain nombre de points et la répartition des points devait respecter l'apport de chaque actionnaire. Un Directeur général allemand s'imposait donc pour respecter l'équilibre entre les actionnaires. Par la suite l'application du système des points ne se fit plus de manière aussi stricte qu'au départ, car il fallait pourvoir effectivement les postes.

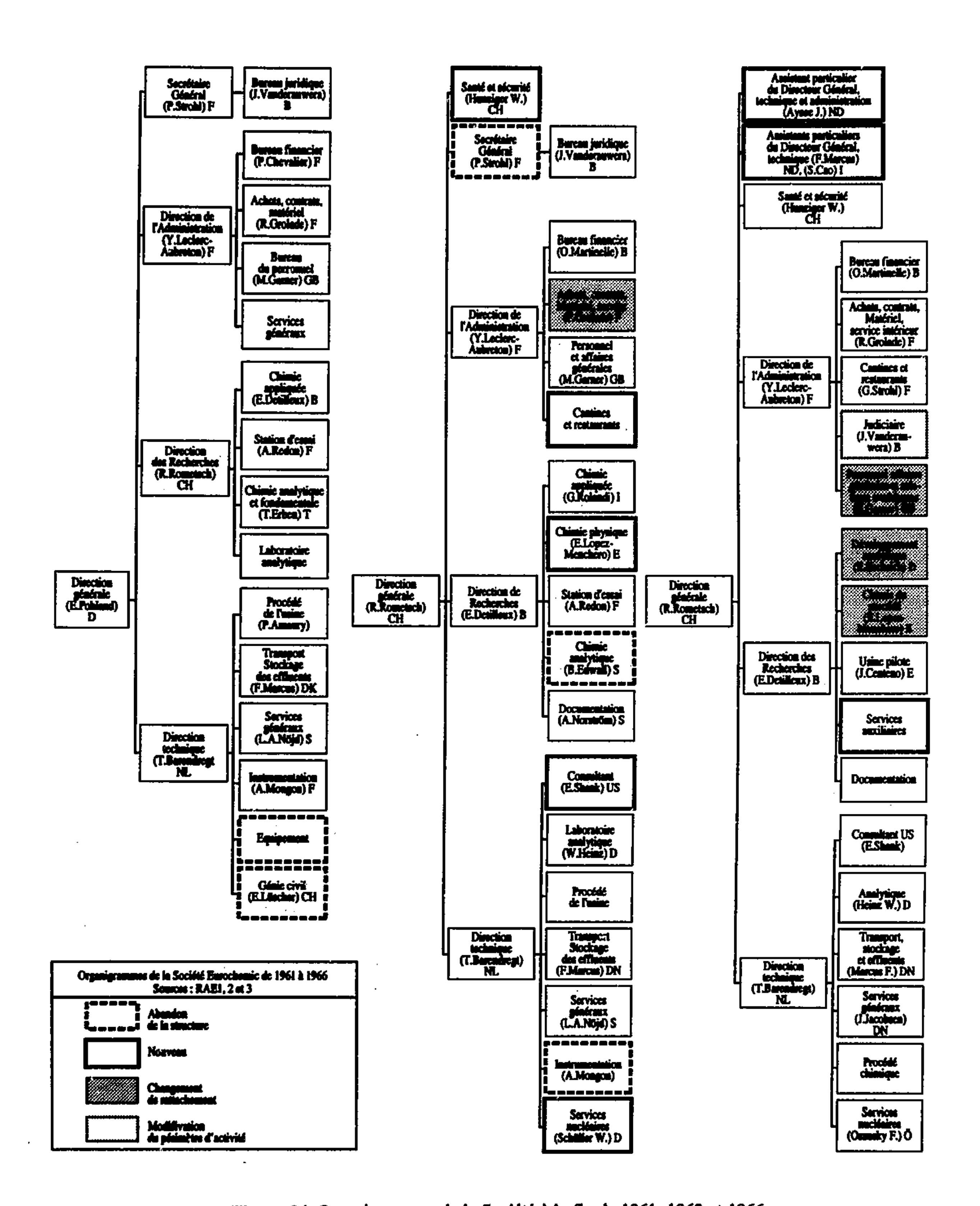



**Figure 34. Organigrammes de la Société à la fin de 1961, 1963 et 1966.**

qui n'avait ni l'expérience de la Direction d'une Société, ni celle des questions internationales «qui lui permettraient de prendre en main rapidement les affaires de la Société au moment où se posent des problèmes importants et urgents»[3]. Aucune autre candidature allemande n'ayant pu être proposée avant la fin de l'année, il fut décidé de nommer Directeur général, pour un intérim de quatre mois, Rudolf Rometsch, Directeur des recherches. En fait ce dernier fut confirmé dans ses fonctions par le Conseil d'administration le 3 juin 1964 et devait rester en poste jusqu'en 1969, c'est-à-dire pendant toute la durée de construction et le début de l'exploitation.

Jusqu'à la fin de 1964 l'entreprise connut une double localisation géographique. Bien que le siège social fût implanté officiellement à Mol, où se trouvaient les Directions opérationnelles, la Direction générale était établie à Bruxelles, avec le Secrétariat général[4] et le Bureau juridique, qui exprimaient tous deux la tutelle de l'AEEN. Erich Pohland ne se rendit que rarement à Mol et exerçait une Direction plus honorifique que réelle sur les activités locales. C'est Pierre Strohl qui occupait la fonction de Secrétaire général. Il resta en liaison étroite avec l'AEEN et avec son Directeur général Pierre Huet pendant toute la période. Le siège bruxellois joua un rôle important dans les négociations avec les autorités belges. Le Secrétariat général de l'entreprise fut supprimé en octobre 1964, alors que la négociation des arrangements avec les autorités belges était terminée. Pierre Strohl retourna alors à l'AEEN, mais demeura Secrétaire du Conseil d'Administration d'Eurochemic.

A Mol se trouvaient les trois Directions, celle de l'Administration, des Recherches et la Direction technique. L'existence de ces deux dernières Directions traduisait bien la double vocation donnée à l'entreprise.

Cette structure ternaire se maintint dans ses grandes lignes pendant toute la durée de la construction jusqu'à une réforme profonde qui intervint en 1967 et qui correspondait à la fois à la mise en route de l'usine et à l'achèvement du programme quadriennal 1964-1967[5].

Quelques modifications de détail sont significatives. En novembre 1962 fut ainsi directement rattaché à la Direction générale le service de santé et sécurité qui jusque là dépendait de la Direction technique. Ce changement était rendu nécessaire à la fois par la mise en conformité avec la législation belge et par le désir d'assurer son indépendance par rapport aux unités opérationnelles.

*La montée des effectifs accompagna la complexification des structures*

Les effectifs de la Société décuplèrent en effet entre juillet 1959 et décembre 1966, passant de 37 à 378 salariés. L'évolution annuelle, mesurée au 31 décembre est retracé dans le tableau 25.

Tableau 25. **Evolution des effectifs de la société de 1959 à 1966** [6]

| Année | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Effectifs | 37 | 75 | 131 | 195 | 271 | 292 | 360 | 378 |
| Evolution par rapport à l'année précédente en nombre | +16 | +38 | +56 | +64 | +76 | +21 | +68 | +18 |
| Pourcentage de croissance par rapport à l'année précédente | 76% | 102% | 75% | 49% | 39% | 8% | 23% | 5% |

Les forts taux de croissance des premières années étaient liés aux recrutements d'une entreprise en démarrage. La stagnation relative de 1964 correspond très exactement à l'acmé de la crise financière. Avec la réception des travaux et le début des essais en 1965 les effectifs se remirent à croître par l'embauche des futurs opérateurs de l'usine. En 1966, année de l'inauguration et du démarrage du retraitement, la Société connut son effectif maximum avec 378 salariés[7].

Au personnel d'Eurochemic s'ajoutaient cependant sur le site les membres des entreprises extérieures travaillant sous contrat et les représentants des architectes industriels, dont le nombre varia suivant le degré

[3] CA(63)35 du 14 octobre 1963.

[4] Ce secrétariat général n'est pas comparable avec les secrétariats généraux existant dans certaines grandes entreprises, en particulier françaises, où elles suppléent l'inexistence d'une Direction des affaires générales. A Eurochemic il constituait un organe de liaison entre l'AEEN et l'entreprise dans le cadre de ses négociations avec l'Etat du siège et les autres participants, de conseil juridique et du secrétariat des organes de la société.

[5] Cette réforme devait fondre la Direction des recherches et la Direction technique en une nouvelle Direction technique dirigée par l'ancien Directeur des recherches. Cf. la 3e Partie, chap. 2.

[6] Source: RAE 1, 2, 3.

[7] Les rapports annuels enregistrent les effectifs au 31 décembre. En fait l'entreprise frôla les 400 employés dans le courant de 1966.

d'avancement du chantier. Environ 600 personnes purent être présentes à la fois pendant la période de construction.

*Le glissement de l'entreprise de la recherche vers la préparation des tâches de production*

L'évolution du poids relatif du personnel dans des différentes directions fonctionnelles met en évidence le glissement de l'entreprise de la recherche vers la préparation de la production, une mutation accélérée par l'ampleur des problèmes financiers.

L'évolution de la répartition par Direction s'opéra de la façon suivante[8] :

Tableau 26. **Répartition du personnel par directions de 1959 à 1966** [9]

| 1. Valeurs absolues | 07-1959 | 07-1960 | 12-1961 | 12-1962 | 12-1963 | 12-1964 | 12-1965 | 12-1966 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Direction générale et administrative | 7 | 19 | 34 | 48 | 62 | 61 | 68 | 64 |
| Direction des recherches | 18 | 31 | 59 | 84 | 84 | 79 | 79 | 81 |
| Direction technique | 12 | 25 | 38 | 63 | 114 | 139 | 197 | 204 |
| Division de santé et sécurité | | | | | 11 | 13 | 16 | 29 |
| Total | 37 | 75 | 131 | 195 | 271 | 292 | 360 | 378 |
| 2. Pourcentages | 07-1959 | 07-1960 | 12-1961 | 12-1962 | 12-1963 | 12-1964 | 12-1965 | 12-1966 |
| Direction générale et administrative | 18,9 | 25,3 | 26,0 | 24,6 | 22,9 | 20,9 | 18,9 | 16,9 |
| Direction des recherches | 48,6 | 41,3 | 45,0 | 43,1 | 31,0 | 27,1 | 21,9 | 21,4 |
| Direction technique | 32,4 | 33,3 | 29,0 | 32,3 | 42,1 | 47,6 | 54,7 | 54,0 |
| Division de santé et sécurité | | | | | 4,1 | 4,5 | 4,4 | 7,7 |
| Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Ces deux tableaux mettent en évidence le rôle des différentes Directions dans la croissance de l'entreprise et l'évolution de leurs poids relatifs. Entreprise de recherche étoffant son administration jusqu'en 1963, Eurochemic se transforme en entreprise technique à partir de cette date.

Jusqu'à la fin de 1961 la croissance est à peu près équilibrée entre les trois Directions, avec un léger avantage pour la Direction de l'administration, dont les effectifs se stabilisent à une soixantaine de personnes à partir de 1963. Cette Direction représente presque 30% du personnel en juillet 1961, mais 16% en décembre 1966.

Occupant le tiers des employés en 1959 et 1960, la Direction technique passa sous les 30% à cause des recrutements faits par la Direction des recherches en 1961, plus rapides que pour elle. En 1963 s'opérèrent le rattrapage puis le dépassement définitif de la Direction des recherches par la Direction technique, tant en effectifs qu'en pourcentage. A partir de 1965 la Direction technique occupait plus de 50% du personnel de la Société.

En ce qui concerne l'évolution des structures de la Direction technique l'évolution des Divisions fut parallèle à celle des travaux. Les Divisions de l'équipement et du génie civil étaient destinées à accompagner les entreprises chargées du gros œuvre et disparurent en 1964. Celle de l'instrumentation se maintint jusqu'à l'achèvement des travaux d'installation des cellules. L'avancement de la procédure d'autorisation entraîna la création de la Division des services nucléaires. Les noyaux durs de la Direction furent pendant la période le laboratoire analytique, la division procédé, celle chargée des opérations en aval et en amont du retraitement (transport, stockage, gestion des effluents) ainsi que les services généraux.

Presque la moitié du personnel travaillait à la Direction des recherches en juillet 1959. En 1966, 20% y étaient employés. Pendant les quatre premières années les effectifs de cette Direction s'accrurent pour atteindre environ 80 personnes en 1962. Puis ils se stabilisèrent jusqu'à la fin de la période de construction. L'érosion en pourcentage fut liée à l'accroissement rapide des recrutements par la Direction technique, renforcée dans une faible mesure par la création de la Division de Santé et de Sécurité à partir de novembre 1962.

Au sein de la Direction des recherches la Division «chimie analytique et fondamentale» fut scindée en deux divisions, celle de chimie-physique, qui s'occupait plutôt des recherches fondamentales en matière de

[8] Histogrammes établis à partir des données chiffrées présentées en annexe.

[9] Et à partir de 1963 dans la Division santé-sécurité.

procédé[10] et celle de chimie analytique, chargée des méthodes de mesure[11]. En juin 1965[12] la structure de la Direction fut modifiée. La Division de chimie physique fut supprimée et la recherche fut organisée dans une relative symétrie avec la Direction technique. Développement analytique de l'une répondant à la division analytique de l'autre, chimie du procédé répondant à la division procédé chimique. Les Divisions Station d'essai et Documentation constituent les deux Divisions permanentes de la Direction pendant toute son histoire. La création d'une Division des services auxiliaires en 1966 avait pour but direct l'assistance à l'usine de retraitement, qui était désormais placée sous la responsabilité de la Direction technique.

***Un personnel international pour une entreprise de haute technologie, avec des nuances importantes selon les qualifications***

*Une forte proportion de personnels très qualifiés*

La hiérarchie et le système des qualifications propres à l'entreprise

L'entreprise définit 5 groupes en 1961 (Directeur, I, II, III, et IV [13]), 5 catégories en 1963 (par intégration de la Direction dans la catégorie I et par la création d'une catégorie II bis à laquelle sont adjoints les dessinateurs de l'ancienne catégorie III). Ce système fut remplacé par un système à quatre groupes d'indices de salaires en 1966 (supérieur à 480, entre 265 et 470, entre 145 et 260, entre 100 et 142).

Les statistiques présentées ici agrègent ces différents systèmes dans quatre catégories dénommées A, B, C et D qui suivent la classification de 1966, selon les équivalences suivantes[14] :

A : Directeur + I ;

B : II, II bis et dessinateurs du III ;

C : ancien III sauf dessinateurs ;

D : IV.

La catégorie A regroupe donc en pratique les directeurs et ingénieurs diplômés ou équivalents, la catégorie B les ingénieurs techniciens, les techniciens supérieurs et dessinateurs, la catégorie C les opérateurs, les techniciens et personnels administratifs, la catégorie D les assistants opérateurs et les ouvriers. La structure du personnel suivant la qualification et son évolution sont retracés dans les tableaux suivants :

Tableau 27. **Structure du personnel par qualification de 1961 à 1966 (données bruts)**

| Catégorie | 1961 | 1963 | 1966 |
|---|---|---|---|
| A : directeurs et ingénieurs diplômés ou équivalents | 11 | 19 | 28 |
| B : ingénieurs techniciens, techniciens supérieurs et dessinateurs | 26 | 48 | 65 |
| C : opérateurs, techniciens et personnels administratifs | 62 | 98 | 193 |
| D : assistants opérateurs et ouvriers | 32 | 106 | 92 |
| Total | 131 | 271 | 378 |

Soit, en pourcentage par rapport aux effectifs totaux.

Tableau 28. **Structure du personnel par qualification de 1961 à 1966 (pourcentages)**

| Catégorie | %1961 | %1963 | %1966 |
|---|---|---|---|
| A : directeurs et ingénieurs diplômés ou équivalents | 8,4 | 7,0 | 7,4 |
| B : ingénieurs techniciens, techniciens supérieurs et dessinateurs | 19,9 | 17,7 | 17,2 |
| C : opérateurs, techniciens et personnels administratifs | 47,3 | 36,2 | 51,1 |
| D : assistants opérateurs et ouvriers | 24,4 | 39,1 | 24,3 |
| Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Eurochemic comptait 7 à 8 % de personnel d'encadrement supérieur (A) et un quart de personnel très qualifié (A et B).

---

10 Nouveaux solvants, préparation d'un réducteur de plutonium à base de nitrate uraneux $U(NO_3)_4$.

11 En liaison avec la section de l'instrumentation de la Direction technique.

12 CA(65)19.

13 Source: RAE 1, p. 33. : I. Chef de Division et de section technique et assimilé ; II. Ingénieur chercheur et chef de bureau administratif ; III. Technicien, dessinateur et assistants administratifs ; IV. Personnel administratif subalterne et auxiliaire.

14 Elles ne sont pas arbitraires mais émanent de l'entreprise elle-même.

Le pourcentage des catégories A et B resta stable, entre 28 et 24,6% de l'effectif, avec une légère érosion, les catégories C et D représentant le gros des salariés.

L'inversion de la répartition entre les catégories C et D entre 1963 et 1966 fut liée à la politique de recrutement et à l'avancement d'échelon des personnels de catégories D, réponse à l'inflation et à l'évolution générale des salaires dans cette première moitié des années soixante en Belgique[15], mais aussi aux besoins croissants en opérateurs – de catégorie C – pendant la période d'essai.

Elle succéda à la baisse de la part des personnels de catégorie C et à une hausse temporaire des catégories D, qui traduisaient les difficultés financières de l'entreprise.

*Une entreprise internationale au sommet et belge à la base*

La répartition par nationalité – Approche d'ensemble

Entreprise de coopération internationale, Eurochemic recruta des personnels de quinze nationalités différentes, soit deux nationalités de plus que celles des actionnaires : huit Britanniques travaillaient à Eurochemic en 1963 et un Irlandais en 1966.

Les structures par nationalité et leur évolution furent les suivantes, toutes catégories confondues, suivant un classement par ordre décroissant en 1966 [16] :

Tableau 29. **Structure du personnel par nationalités de 1961 à 1966 (données bruts)**

| Pays | 1961 | 1963 | 1966 |
|---|---|---|---|
| Total | 131 | 271 | 378 |
| Belgique | 64 | 143 | 215 |
| Pays-Bas | 7 | 13 | 39 |
| France | 12 | 20 | 30 |
| Allemagne | 15 | 26 | 29 |
| Espagne | 8 | 20 | 20 |
| Italie | 9 | 11 | 13 |
| Royaume-Uni | 3 | 8 | 8 |
| Autriche | 1 | 3 | 5 |
| Norvège | 2 | 6 | 4 |
| Suisse | 3 | 5 | 4 |
| Danemark | 2 | 5 | 3 |
| Portugal | 0 | 3 | 3 |
| Suède | 3 | 6 | 2 |
| Turquie | 2 | 2 | 2 |
| Irlande | 0 | 0 | 1 |

Les Belges représentaient 48,9% des salariés en 1961 et 56,9% en décembre 1966. Les Néerlandais, les Français et les Allemands totalisaient environ le quart de l'effectif durant toute la période, avec toutefois un effacement progressif des Français et des Allemands.

Le poids de la présence néerlandaise s'explique par la proximité du pays, combinée au versement d'une prime d'expatriation[17]. Les dix autres nationalités se partageaient les 25% restant en 1961. Les Italiens et les Espagnols comptèrent pour environ la moitié des effectifs de cette dernière catégorie (Tableau 30). Leur part alla s'amoindrissant.

[15] Pendant ces années le Directeur général demande périodiquement au Conseil l'autorisation d'augmenter les salaires en raison de cette inflation et fournit toute une batterie d'indices à l'appui de ses demandes.

[16] Les données de base tirées de RAE 1, 2, 3 sont reproduites en annexe 3.

[17] Ainsi un Néerlandais habitant à 12 km de l'usine touchait-il la même prime qu'un Italien ou un Espagnol.

Tableau 30. **Structure du personnel par nationalités de 1961 à 1966 (en pourcentages)**

| Pays | %1961 | %1963 | %1966 |
|---|---|---|---|
| Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Belgique | 48,9 | 52,8 | 56,9 |
| Pays-Bas | 5,3 | 4,8 | 10,3 |
| France | 9,2 | 7,4 | 7,9 |
| Allemagne | 11,5 | 9,6 | 7,7 |
| Espagne | 6,1 | 7,4 | 5,3 |
| Italie | 6,9 | 4,1 | 3,4 |
| Royaume-Uni | 2,3 | 3,0 | 2,1 |
| Autriche | 0,8 | 1,1 | 1,3 |
| Norvège | 1,5 | 2,2 | 1,1 |
| Suisse | 2,3 | 1,8 | 1,1 |
| Danemark | 1,5 | 1,8 | 0,8 |
| Portugal | 0,0 | 1,1 | 0,8 |
| Suède | 2,3 | 2,2 | 0,5 |
| Turquie | 1,5 | 0,7 | 0,5 |
| Irlande | 0,0 | 0,0 | 0,3 |

Nationalités et qualifications. Les distorsions hiérarchiques

Une analyse plus fine peut se faire en examinant la répartition des nationalités par catégories de personnels et en les comparant aux statistiques d'ensemble qui ont été présentées ci-dessus.

Les Tableaux 31 et 32 résultent de la réduction à deux grandes catégories AB et CD des statistiques détaillées de la distribution suivant les quatre catégories pour les années 1961, 1963 et 1966. On constate la relative faiblesse de la représentation belge en ce qui concerne les catégories supérieures A et B, surtout lorsqu'on la compare avec le fort recrutement local des personnels des catégories C et D. Mais la sous-représentation belge aux postes élevés s'amoindrit avec le temps. Le mouvement s'amorce dès cette période. Inversement il y a pour les autres pays membres sur-représentation des catégories supérieures , avec des évolutions. L'Allemagne est plutôt sous-représentée au sommet en début de période, mais c'est elle qui détient la Direction générale. La part du personnel italien dans les catégories supérieures tend à décliner, ce qui est la traduction de son relatif désengagement financier. D'une manière générale la répartition des personnels suivant leur catégorie et leur nationalité met en évidence le souci de distribuer les hauts postes de responsabilité entre les principaux actionnaires, sans pour autant qu'on puisse parler d'un système de quotas nationaux. Cette logique s'efface cependant au fur et à mesure que l'on descend dans la hiérarchie et que baissent les exigences de qualification. Le recours à la main d'œuvre locale belge ou néerlandaise est fortement majoritaire aux niveaux C et D.

En 1966 la différence des structures par nationalités pour les deux grandes catégories de personnels est encore très marquée, comme le montre le double diagramme en barre (Tableau 33) qui reprend les chiffres d'effectifs, les pays étant classés en fonction de l'importance de la catégorie CD.

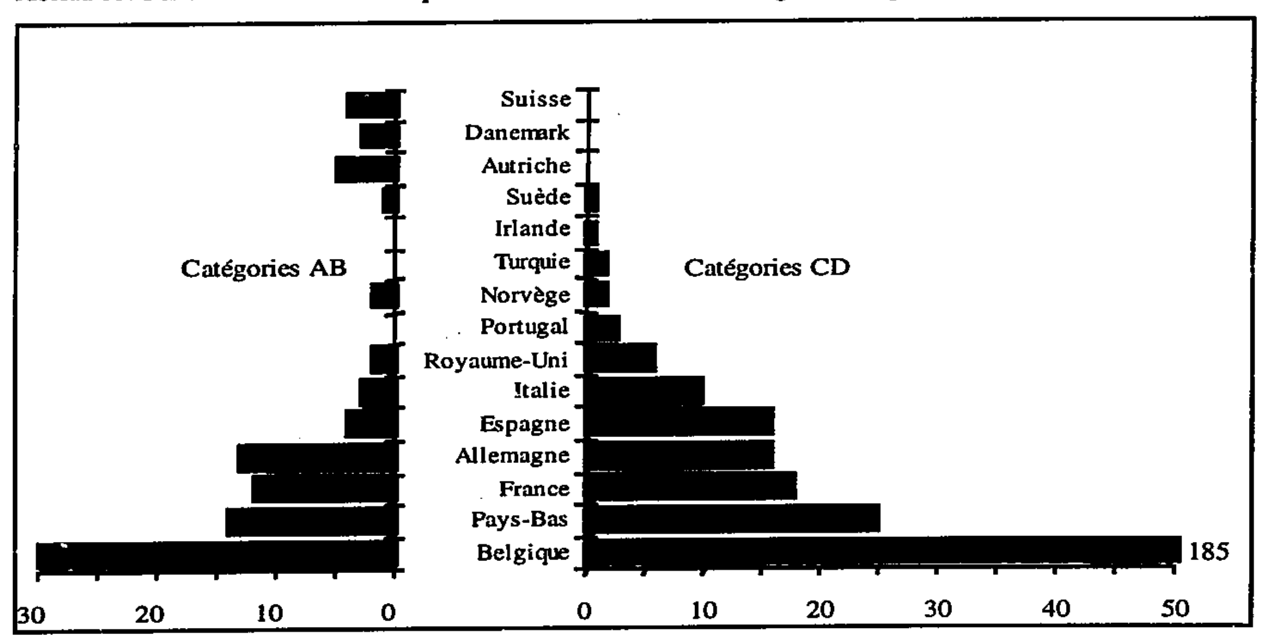
Tableau 31. **Structure du personnel par catégorie et par nationalités de 1961 à 1966 (données brutes)**

| Pays | AB61 | AB63 | AB66 | CD61 | CD63 | CD66 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Allemagne | 4 | 9 | 13 | 11 | 17 | 16 |
| Autriche | 1 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Belgique | 6 | 10 | 30 | 58 | 133 | 185 |
| Danemark | 2 | 4 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| Espagne | 3 | 3 | 4 | 5 | 17 | 16 |
| France | 7 | 8 | 12 | 5 | 12 | 18 |
| Irlande | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Italie | 3 | 6 | 3 | 6 | 5 | 10 |
| Norvège | 1 | 5 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Pays-Bas | 3 | 6 | 14 | 4 | 7 | 25 |
| Portugal | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| Royaume-Uni | 0 | 2 | 2 | 3 | 6 | 6 |
| Suède | 3 | 6 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Suisse | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 0 |
| Turquie | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Total | 37 | 67 | 93 | 94 | 204 | 285 |

Tableau 32. **Structure du personnel par catégorie et par nationalités de 1961 à 1966 (pourcentages)**

| Pays | %AB61 | %AB63 | %AB66 | %CD61 | %CD63 | %CD66 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Allemagne | 10,8 | 13,4 | 14,0 | 11,7 | 8,3 | 5,6 |
| Autriche | 2,7 | 4,5 | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Belgique | 16,2 | 14,9 | 32,3 | 61,7 | 65,2 | 64,9 |
| Danemark | 5,4 | 6,0 | 3,2 | 0,0 | 0,5 | 0,0 |
| Espagne | 8,1 | 4,5 | 4,3 | 5,3 | 8,3 | 5,6 |
| France | 18,9 | 11,9 | 12,9 | 5,3 | 5,9 | 6,3 |
| Irlande | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 |
| Italie | 8,1 | 9,0 | 3,2 | 6,4 | 2,4 | 3,5 |
| Norvège | 2,7 | 7,5 | 2,1 | 1,1 | 0,5 | 0,7 |
| Pays-Bas | 8,1 | 9,0 | 15,0 | 4,3 | 3,4 | 8,8 |
| Portugal | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| Royaume-Uni | 0,0 | 3,0 | 2,1 | 3,2 | 2,9 | 2,1 |
| Suède | 8,1 | 9,0 | 1,1 | 0,0 | 0,00 | 0,3 |
| Suisse | 5,4 | 4,5 | 4,3 | 1,1 | 1,0 | 0,0 |
| Turquie | 5,4 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,7 |
| Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Tableau 33. **Différence de structures par nationalités suivant les catégories de qualification en 1966 (graphique)**




Mais il importe d'analyser plus avant la composition et les fonctions des différentes divisions de l'entreprise, à commencer par la Direction des Recherches, pour qui ces premières années furent les plus fastes.

## La Direction des Recherches et le rôle de la R&D à Eurochemic pendant la période de construction [18]

### *Organisation et objectifs de la Direction des Recherches*

#### *La prééminence de la recherche appliquée*

La Direction des Recherches avait pris le relais du Bureau d'études et de recherches en octobre 1959. Elle fut dirigée par Rudolf Rometsch jusqu'à sa nomination comme Directeur général à la fin de 1963. Lui succéda alors Emile Detilleux, jusque-là chef de la Division de la Chimie appliquée.

La Direction des recherches comprenait 35 personnes à la fin de 1960 et 59 à la fin de 1961. A son apogée en 1964 le laboratoire comptait 84 employés[19].

[18] Sources principales : RAE 1, 2, 3, ETR 318, ESCHRICH, pp. 67 sq., DETILLEUX E. (1966) et la journée d'entretiens sur les aspects techniques du 8 janvier 1992 de l'auteur avec Emile Detilleux, Rudolf Rometsch et Yves Sousselier.

La répartition des personnels peut être précisée à partir des archives, suivant les qualifications pour 1961 et 1963, suivant les sections pour 1966.

Tableau 34. **Répartition du personnel du Laboratoire de recherches par qualification de 1961 à 1966**

| Décembre 1961 | | Décembre 1963 | |
|---|---|---|---|
| Titre ou qualification | | Titre ou qualification | |
| Directeur | 1 | Directeur | 1 |
| | | Chefs de section | 4 |
| Chefs de section, experts (ingénieurs) | 10 | Ingénieurs, chercheurs, chefs de bureau | 17 |
| Techniciens, dessinateurs | 41 | Techniciens, dessinateurs, assistants administratifs | 51 |
| Secrétaires et auxiliaires | 7 | Personnel administratif subalterne et auxiliaire | 11 |
| Total | 59 | Total | 84 |

La prédominance des ingénieurs et techniciens dans la structure des qualifications de la Direction des recherches montre celle de la recherche appliquée et du développement industriel à Eurochemic.

Tableau 35. **Effectifs de la Direction des recherches par section en 1966**

| Décembre 1966 | |
|---|---|
| Direction | 4 |
| Section de documentation | 5 |
| Section des services généraux | 14 |
| Section du développement analytique | 14 |
| Section de la chimie du procédé | 24 |
| Section de l'unité pilote | 21 |
| Total | 82 |

Plus de la moitié de l'effectif de recherche travaillait à mettre au point ou à affiner les méthodes chimiques ou les méthodes de conduite du procédé dans les deux sections de la chimie du procédé et de l'unité pilote.

A partir de 1964 la réception des installations de l'usine et leur mise en route conduisirent les membres de la Direction des recherches à travailler de plus en plus directement pour la Direction technique ; ainsi pour tester les colonnes dans l'usine après leur installation en janvier 1965. Peu à peu certains services dépendant de la Direction des recherches furent phagocytés par la Direction technique. Ainsi le Service analytique passa-t-il à partir de 1964 du Laboratoire de recherches au laboratoire analytique[20]. Ces transferts annonçaient la disparition de la Direction des recherches qui eut lieu en 1967 et qui s'opéra par le rattachement de l'équipe tout entière au laboratoire analytique de l'usine. Le nouvel ensemble devait alors prendre le nom de Laboratoire de Développement Industriel[21] et la recherche pratiquée alors ne se situa plus en aval des activités de l'usine – prévoir le comportement des colonnes pulsées par exemple – mais à son service immédiat ou dans la résolution de problèmes d'amont – comme la gestion des déchets réels issus de l'usine.

Cette rupture dans l'organisation délimite la période faste de la R&D à Eurochemic en matière de retraitement.

*Une focalisation sur des objectifs concrets*

La R&D à Eurochemic était d'un caractère exclusivement appliqué car ses objectifs étaient étroitement liés au démarrage de l'usine. Les difficultés financières connues par l'entreprise et l'avancement des projets contribuèrent à centrer encore les activités sur des objectifs de plus en plus précis, en relation avec les problèmes les plus concrets qui se posaient pour la construction de l'usine. Les activités de R&D étaient étroitement articulées avec celles de la Direction technique, ce qui se traduisit par le parallélisme dans l'organisation des sections des deux Directions.

Les résultats des recherches étaient publiés sous forme d'ETR et ainsi mis à disposition des actionnaires. L'entreprise fut d'autre part avec l'AEEN à l'origine de deux colloques scientifiques qui permirent de faire le

---

[19] RAE 2, p. 60.

[20] RAE3 p. 216.

[21] LDI ou suivant les initiales anglaises IDL.

point sur différents aspects techniques. Ainsi en fut-il en avril 1963 pour le retraitement[22] et en novembre pour l'instrumentation.

Le symposium sur le retraitement eut lieu au palais des Congrès de Bruxelles du 23 au 26 avril 1963 (Figure 35) et comporta une visite à Mol. Les communications sur les traitements par voie aqueuse, qui restaient les seules susceptibles d'applications industrielles, mirent en évidence la nécessité de poursuivre les travaux dans des domaines comme la dissolution des gaines et des cœurs constitués de matériaux nouveaux, l'amélioration de la stabilité chimique et sous irradiation des solvants, ou bien encore la mise au point de méthodes perfectionnées pour le stockage des déchets fortement radioactifs, avec notamment la solidification des solutions de produits de fission.

Le symposium sur l'instrumentation[23] eut lieu en novembre 1963 à Paris et regroupa 70 ingénieurs. On y confronta les pratiques et expériences d'EUREX, de La Hague et d'Eurochemic sur le contrôle automatique, les instruments d'analyse en continu et l'équipement pour le traitement de l'information[24].

Cinq grands types de tâches caractérisaient la R&D pratiquée alors à Eurochemic[25]. Ils s'appuyaient sur quatre sections clairement individualisées dans l'organigramme de 1964 ainsi que sur le service de documentation qui était rattaché à la Direction des recherches[26] :

- la chimie physique, chargée de «l'examen en laboratoire des réactions chimiques qui peuvent s'appliquer au projet»[27];
- la chimie appliquée, chargée du «développement des procédés à plus grande échelle, à partir des recherches fondamentales effectuées par la section chimie physique» ;
- la station d'essai, à qui incombait l' «acquisition des connaissances technologiques nécessaires au fonctionnement des installations, en éprouvant l'équipement à échelle réduite ou grandeur nature» ;
- la chimie analytique, chargée du «développement des méthodes analytiques destinées à l'exploitation de l'usine» ainsi que de l' «exécution des analyses spéciales ou de routine à l'usage des autres sections» ;
- enfin la collecte et la diffusion de l'information étaient confiées au service de documentation[28]. En ce qui concerne cette dernière fonction, il faut noter que 184 ETR sur un total de 316 publiés pendant la durée de vie de l'entreprise furent édités entre 1958 et 1966, soit presque 60% en 8 ans.

***Les conditions de travail – Locaux et équipements***

*Du CEN au Laboratoire de recherches.*

Les travaux de R&D furent d'abord effectués par Eurochemic dans les locaux loués au CEN jusqu'à l'achèvement du laboratoire sur le site à la mi-1964 ; le déménagement prévu, nécessitant la décontamination des locaux occupés au CEN, entraîna un ralentissement des recherches au cours de 1963. Ces dernières se poursuivirent à partir de cette date dans le bâtiment 10, le laboratoire de recherches.

Au CEN les travaux de la section de chimie appliquée s'effectuaient dans quatre laboratoires de 231 m² et cinq bureaux de l'aile active du bâtiment de chimie du CEN ; la section de chimie analytique et fondamentale était hébergée dans deux laboratoires – un actif, un inactif – et un bureau dans le même bâtiment. Quant à la station d'essais, elle se trouvait dans le bâtiment de traitement des résidus du CEN et comportait un hall technique de 140 m² et quatre bureaux.

---

22 AEEN/OCDE-EUROCHEMIC (1963a). Cf. aussi CA/M(62)2 et le compte-rendu dans CA(63)23 du 5 juin 1963.

23 AEEN/OCDE-EUROCHEMIC (1963b).

24 Les problèmes d'instrumentation font l'objet d'une partie spécifique dans la 5e Partie, chap. premier.

25 Hubert Eschrich distingue trois étapes : "preparation for active startup (1959-1966), plant assistance and waste treatment studies (1966-1974), decontamination and waste conditioning (1974-1983)".

26 Auparavant la section de chimie fondamentale du procédé unissait chimie physique et analytique. La mise en service de l'usine en 1966 entraîna une nouvelle modification de l'organigramme.

27 Cette citation et les suivantes sont tirées de RAE 2, p, 59-60.

28 Un inventaire de la section documentaire fut fait à la fin de 1963, lorsque la documentation de Sloat comprenant 2100 rapports de l'USAEC, 270 plans et 300 rapports et plans divers y fut versée; la section possédait alors 2326 livres, 2538 rapports scientifiques et était abonnée à 85 périodiques techniques, 25 périodiques non techniques et 9 journaux.

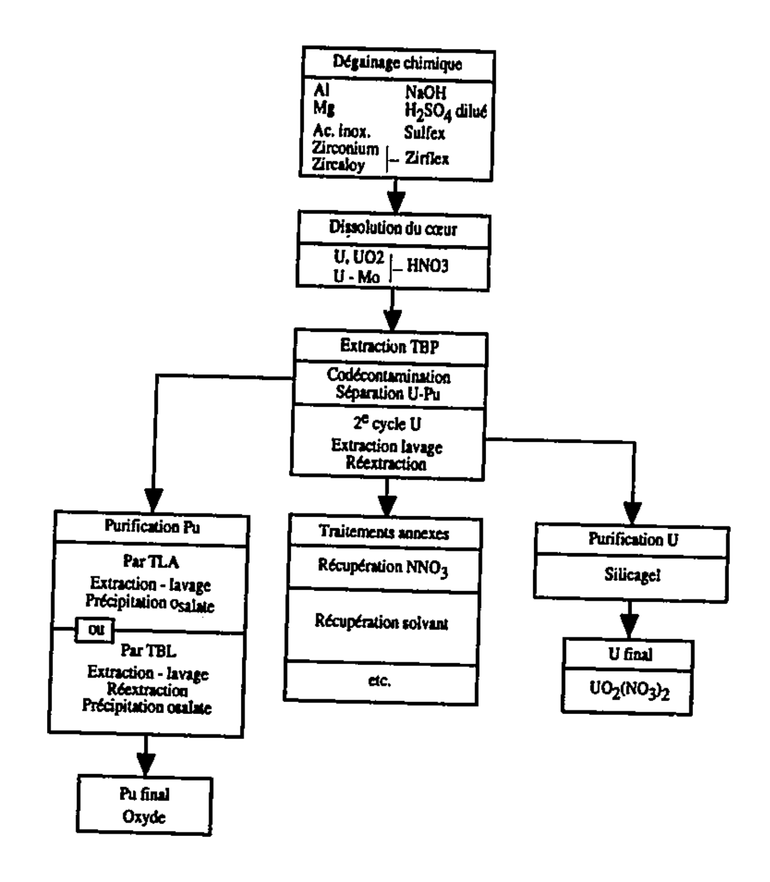



**Figure 35.** Schéma du procédé chimique et de ses variantes envisagées en avril 1963. La purification du plutonium n'est pas encore fixée, et le traitement des combustibles à uranium hautement enrichi n'est pas prévu. (Source : EUROCHEMIC-AEEN/OCDE (1963a), p.221.)

Le Laboratoire de recherches d'Eurochemic sur le site était beaucoup plus vaste et comprenait 3 ensembles[29]. Une aile froide localisée à l'Est, sur 3 niveaux, comportait 420 m$^2$ de laboratoires, 380 m$^2$ de bureaux et bibliothèques ainsi que 940 m$^2$ de magasins (Figure 36).

Séparée de l'aile froide par un vestiaire de 263 m$^2$ faisant sas, se trouvait une aile chaude de 1710 m$^2$ au sol, sur deux niveaux, avec 8 laboratoires d'une superficie totale de 560 m$^2$. Y était adjoint un hall-pilote de 15 m de hauteur et de 330 m$^2$ de superficie utile, desservi par un pont roulant de 10 tonnes (Figure 37).

Le Laboratoire de recherches possédait deux systèmes de ventilation indépendants, l'un pour les enceintes actives, l'autre pour les zones de service. En ce qui concerne ces dernières, le Laboratoire chaud était maintenu en dépression, suivant plusieurs paliers permettant la circulation de l'air des zones les moins actives vers les plus actives.

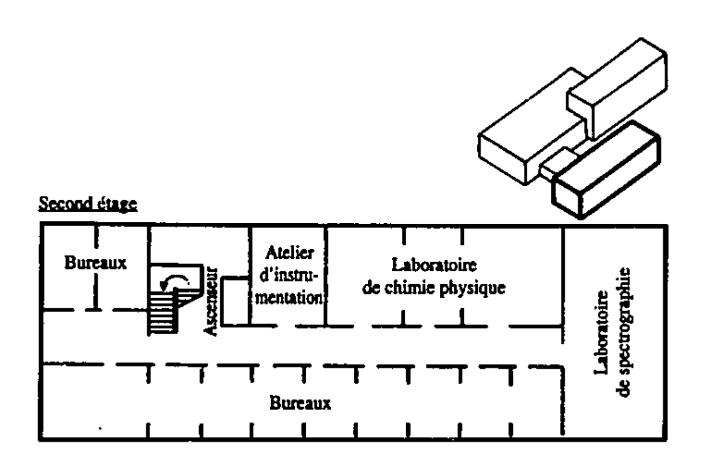
Le renouvellement de l'air pouvait se faire jusqu'à 15 fois par heure. Les 80 000 m$^3$ d'air passant chaque heure au travers de l'ensemble des installations du laboratoire étaient filtrés avant rejet dans l'atmosphère par une cheminée située sur le toit de l'aile chaude.

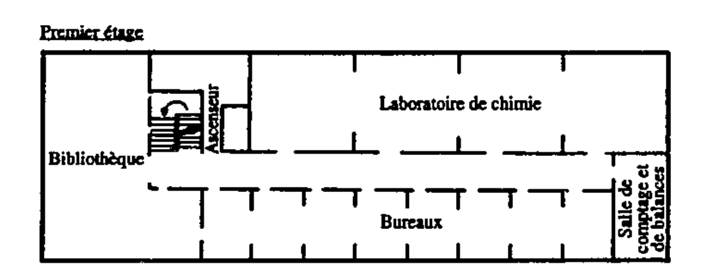
Les effluents étaient dirigés vers la station générale de traitement de l'établissement par un système de conduites spéciales.

*L'équipement de la R&D en matière de retraitement*

Parmi les installations[30] dont disposait le Laboratoire de Recherches, trois jouèrent un rôle important : les installations pilotes, particulièrement celle d'extraction, les deux cellules chaudes du hall des pilotes et la cellule Janus.

29 Description dans RAE 1, p. 328 sq. Plan p. 330 et 333.
30 DETILLEUX E. (1966).



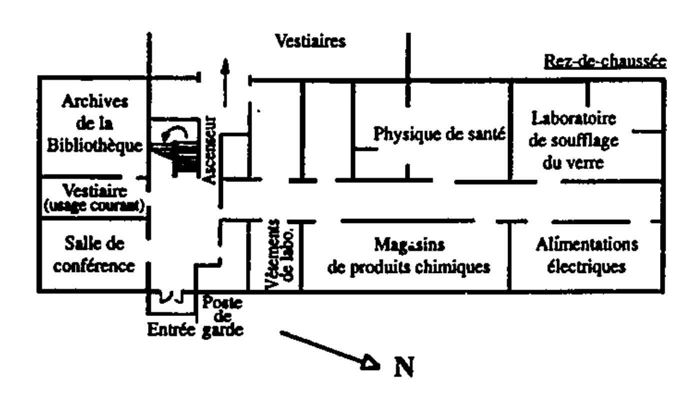




**Figure 36.** Plan de l'aile froide du laboratoire de recherches. (Source: RAE 1 (1963), p. 330.)

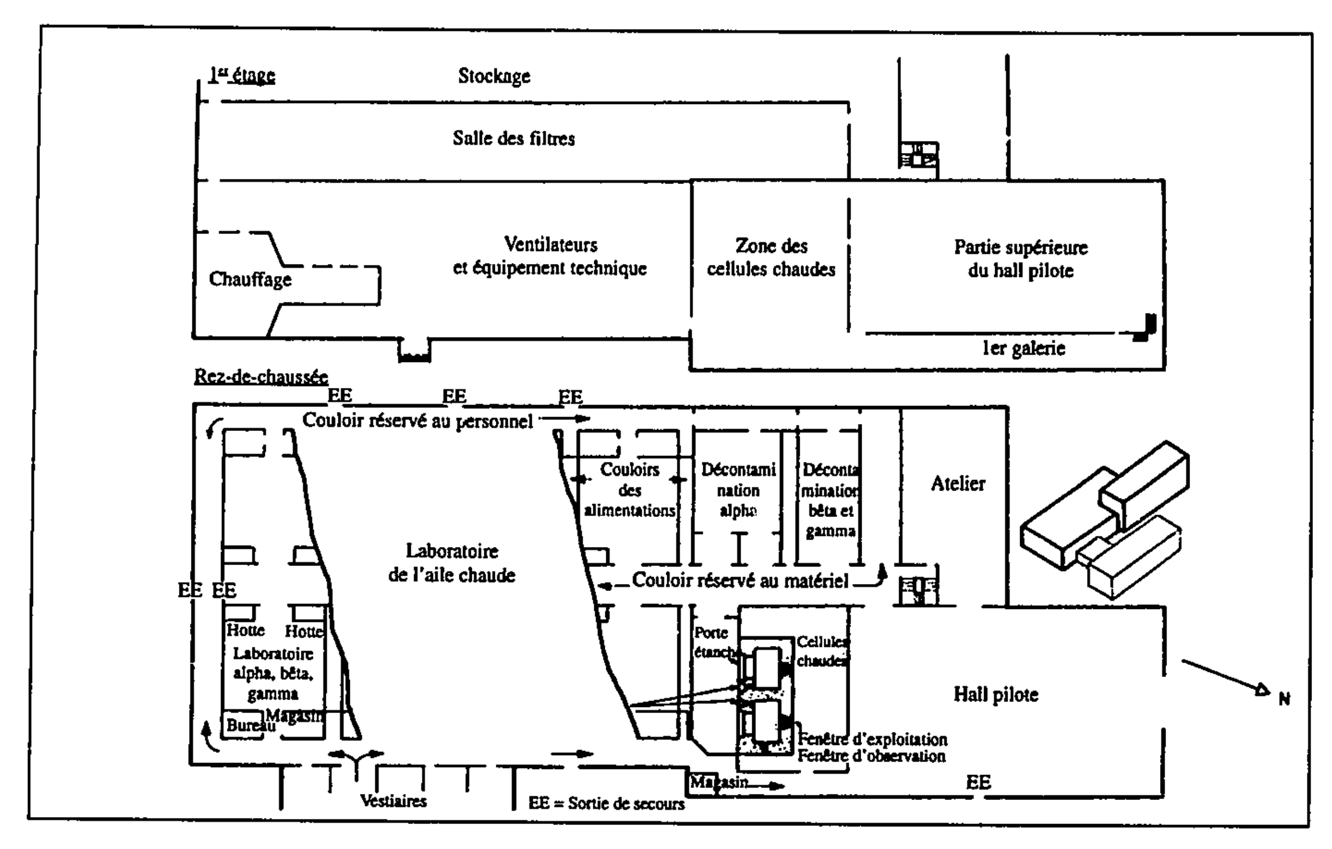



**Figure 37.** Plan de l'aile chaude du laboratoire de recherches, des cellules chaudes et du hall des pilotes. (Source: RAE 1 (1963), p. 333.)

Le hall des pilotes (Figure 38)

Le pilote d'extraction qui avait été construit par Belchim en 1959 et 1960 servit pendant toute la période pour les études et le calcul de l'équipement de l'usine et comme banc d'essai pour de nombreux accessoires. Il fut transféré dans le hall-pilote du Laboratoire de recherches en 1964. Il comprenait en 1966, après des modifications et améliorations successives, trois colonnes pulsées à l'air, de dimensions similaires à celles des colonnes équipant le premier cycle l'usine[31], ce qui permettait des essais en grandeur réelle. Il comportait également un évaporateur similaire à celui des évaporateurs intercycles de l'usine, un mélangeur-décanteur pour le lavage des solvants, un autre pour le lavage des phases aqueuses[32]. Il comprenait également l'instrumentation et l'équipement auxiliaire en permettant le fonctionnement.

Le rôle des pilotes de dissolution fut très important pour la mise au point des dissolveurs. Plusieurs générations se succédèrent: un semi-pilote en verre, un pilote de dissolution pour des essais de dégainage et de dissolution[33], un dissolveur pilote à l'échelle 1/2 du premier dissolveur et un second dissolveur à l'échelle 1/20 de même conception que le deuxième de l'usine. C'est d'ailleurs dans le hall des pilotes que furent effectués des tests sur les deux premiers dissolveurs de l'usine[34].

Les deux cellules chaudes (Figure 39)

Les deux cellules chaudes situées dans un coin du hall des pilotes permettaient l'exécution de travaux de chimie ou de génie chimique avec des sources allant jusqu'à 2000 curies gamma. Leurs dimensions intérieures étaient de 2,75 x 2 x 2,45 m de hauteur. Elles étaient équipées de deux télémanipulateurs, d'une fenêtre frontale

---

[31] Colonne HA d'extraction-lavage, IBX de séparation uranium-plutonium, 1C de réextraction de l'uranium. Au départ il n'y avait que 2 colonnes, puis on y adjoignit une colonne pulsée en verre Pyrex.

[32] Lavage par diluant pour en vue d'éliminer le TBP entraîné par les pieds de la première colonne.

[33] RAE 3, pp.62-64.

[34] RAE 3, pp. 64-66.

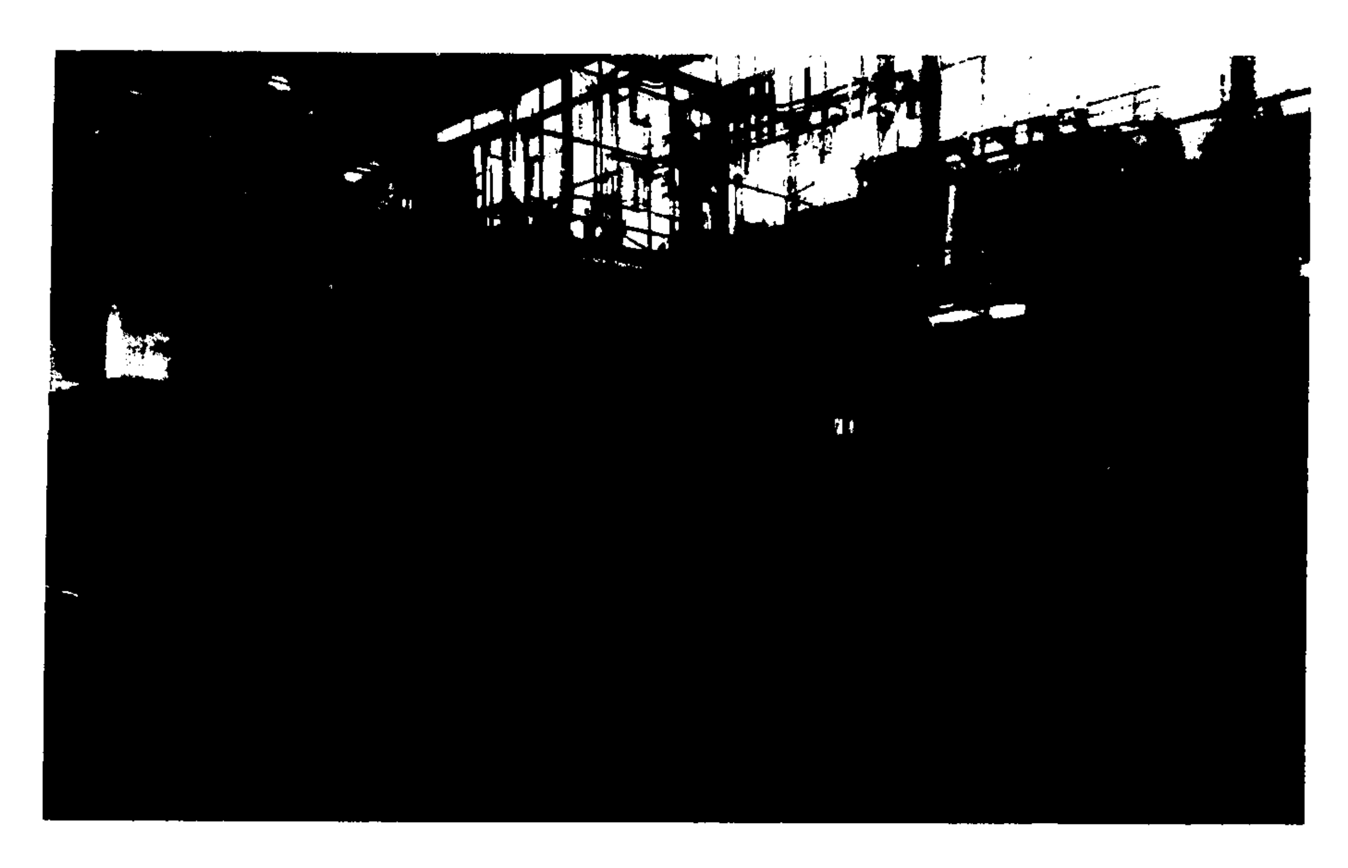




**Figure 38.** En haut: vue d'ensemble des installations dans le hall des pilotes vers 1966. En bas: détail du pilote du second dissolveur. (Source : Photographies du fonds Eurochemic, sans date.)

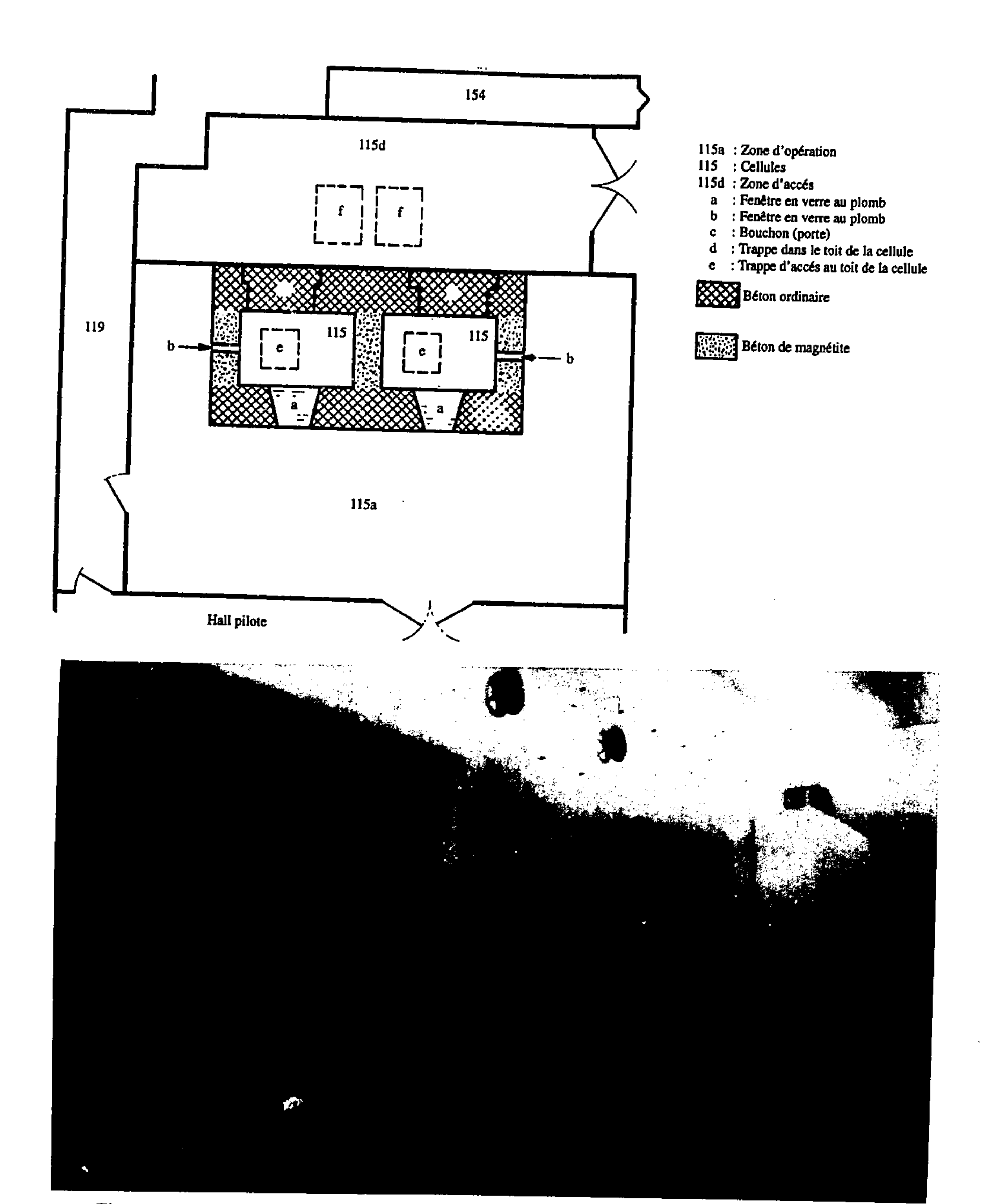



**Figure 39.** En haut: plan des cellules chaudes jumelées alpha situées à l'entrée du hall des pilotes. (Source : RAE 3, p. 38. En bas : la zone d'accès 115d, avec une porte-bouchon et ses rails de coulissage. (Source : photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

en verre au plomb et d'un hublot latéral permettant une vue à angle droit par rapport à celle obtenue au travers de la fenêtre frontale. On y accédait normalement par l'arrière grâce à un portique obturé par un panneau en acier assurant l'étanchéité alpha et à une porte bouchon de 10 tonnes montée sur rails.

Une ouverture existait également dans le plafond de chaque cellule, obturée par un bouchon amovible en béton. Ainsi le pont roulant du hall-pilote pouvait-il exceptionnellement transférer du matériel dans les cellules. Habituellement deux systèmes de transferts étaient prévus, pour le matériel inactif à l'avant des cellules et pour le matériel actif à l'arrière. Ce dernier était normalement acheminé par un château plombé spécial.

La cellule «Janus»

La cellule polyvalente «Janus», «cellule miniature de retraitement», d'une capacité de 3 à 6 kg de LEU/jour et de plusieurs centaines de g HEU était constituée d'une série de treize enceintes interconnectées abritant l'équipement de laboratoire nécessaire aux études sur les schémas d'extraction. La protection alpha, bêta et gamma était assurée par des boîtes[35] en acier inoxydable avec des panneaux en Plexiglas, placées derrière des murs de briques de plomb de 5 à 15 cm d'épaisseur.

La cellule Janus devait permettre de manipuler une activité allant jusqu'à 1000 curies gamma. La cellule comportait une section dissolution-ajustage et une section d'extraction équipée de mélangeurs-décanteurs. L'ensemble avait été conçu pour réaliser, sans démontage important, une grande variété de circuits et donc d'expérimenter un grand nombre de schémas chimiques. Le petit volume de l'équipement assurait d'autre part des opérations de récupération de matières mettant en jeu de faibles quantités, comme par exemple lors de la récupération et de la purification de plutonium ou de neptunium à partir de cibles irradiées[36].

***Bilan des recherches*** [37] (Figures 40 et 41)

Le premier travail, qui avait commencé dès la période du BER et accompagna la rédaction des avant-projets de 1959 à 1961, était surtout centré sur l'établissement de schémas chimiques détaillés de l'installation de la Société, à partir des publications américaines. Ses principaux résultats furent incorporés dans le projet SGN.

Par la suite, la recherche accompagna la mise en œuvre de l'avant-projet détaillé. Toutefois les difficultés financières et le programme réduit de 1964 entraînèrent un ralentissement de l'activité de recherche, dans la mesure où les effectifs stagnèrent aux alentours de 80 et où une partie non négligeable des employés furent mis au service du démarrage à partir de 1965. Le Laboratoire de recherches fut donc relativement sous-utilisé dès la fin de la période de construction.

Trois grands types de recherches furent faites pendant la période à Eurochemic. Elles portaient les unes sur les améliorations de procédé, les autres sur les méthodes analytiques à appliquer pour le suivi des opérations de retraitement et enfin sur les déchets.

*Les recherches de procédé*

Les principaux résultats de la recherche à Eurochemic pendant la période de construction peuvent être synthétisés en suivant les différentes étapes du procédé.

Pour la tête de procédé, Eurochemic avait finalement choisi le dégainage chimique pour faire face à la grande variété des matériaux de gainage : aluminium, magnésium, acier inoxydable au chrome-nickel, zirconium ou zircalloy, un alliage zirconium-étain. Il fallait en préciser et en affiner les diagrammes de circulation[38]. Il en fut de même pour la dissolution des éléments du cœur des combustibles, uranium métal, dioxyde d'uranium, alliages uranium-molybdène, uranium-aluminium ou uranium-zirconium. Il était nécessaire d'expérimenter tant les solutions de dégainage que celles de dissolution pour trouver les conditions optimales de concentration, de température et de durée de contact.

Pour ce qui était des gainages en acier inoxydable et en zirconium, Eurochemic fut la première à transférer à l'échelle industrielle les procédés SULFEX et ZIRFLEX d'origine américaine. L'adaptation de ces deux

[35] Le Laboratoire chaud comportait en tout 26 boîtes.

[36] Les difficultés financières devaient cependant freiner considérablement l'expérience acquise grâce à cette cellule, qui ne dépassa jamais la phase des essais à froid. Témoignage d'Emile Detilleux.

[37] On suit ici Eschrich op. cit., Rometsch p. 45 sq. Les Figures 40 et 41 présentent deux types de boîtes à gants utilisées dans le laboratoire.

[38] Flow sheets.



**Figure 40.** Ensemble de trois boîtes à gants dans le laboratoire de recherches, vers 1965. Du sommet des boîtes partent les tuyaux de raccordement au système de filtrage des gazs. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)



**Figure 41.** Travail en boîte à gants alpha dans le laboratoire de recherches. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

procédés entraîna un très grand effort expérimental. Eurochemic développa et breveta de plus une variante de ZIRFLEX, CITRIFLEX, l'acide citrique employé permettant une meilleure solubilité du zirconium et attaquant moins le combustible oxyde que dans le procédé ZIRFLEX. Mais le procédé ne connut pas d'application industrielle.

Des améliorations au procédé ZIRFLEX furent également étudiées en vue de faciliter et d'accélérer l'attaque des gaines en les débarrassant partiellement ou totalement de la couche d'oxyde qui en empêchait la corrosion par passivation. Les méthodes envisagées étaient, soit mécaniques, par le procédé dit "Scratch and Chop" d'entaillage en spirale, soit électro-chimique, par un procédé dit "Clean-up".

En ce qui concernait l'extraction, le travail de développement comprenait la détermination des coefficients de partage dans le système acide-solvant[39], l'établissement des diagrammes de circulation pour l'extraction et leur expérimentation avec des combustibles faiblement irradiés dans une cellule blindée renfermant des mélangeurs-décanteurs.

La détermination des coefficients de partage acide-solvant était nécessaire à l'époque dans la mesure où ils varient en fonction de la concentration. Les tables de coefficients établies par les expériences de retraitement militaire restaient classifiées. Dans le domaine civil, le procédé PUREX n'avait alors guère servi que pour des combustibles à faible teneur en plutonium. Il fallait donc les déterminer par expériences préalables en laboratoire.

Les performances des diagrammes de circulation sélectionnés étaient également vérifiées dans les trois colonnes pulsées de la station d'essai, avec des solutions d'uranium. Ils furent également testés avec des solutions provenant de vrais combustibles irradiés par contrat extérieur signé avec le pilote d'extraction du JENER de Kjeller.

La réduction du plutonium dans le cycle de partition par du nitrate uraneux au lieu du classique sulfamate ferreux fut expérimentée avant d'être transférée avec succès dans l'usine au bout de quelques campagnes de retraitement seulement[40]. Les premiers essais avaient montré le caractère instable du nitrate uraneux. Cependant Eurochemic réussit à produire des solutions stables en ajoutant, pendant la réduction électrolytique de l'uranium

---

39 Distribution data. On dit aussi coefficient de distribution.

40 L'utilisation de cette méthode est développée dans la 3e Partie, chap. 2.

à la valence 4+, de l'hydrazine comme stabilisateur. Cette substitution constitua l'amélioration principale apportée au procédé PUREX par la R&D menée pendant cette période et fut à l'origine d'une pratique encore en vigueur aujourd'hui dans les usines de retraitement – la seule amélioration de procédé intervenue depuis étant l'électrolyse directe dans les colonnes. Dans la station d'essais fut étudié en détail le comportement des colonnes pulsées. Des méthodes originales furent développées notamment en matière d'utilisation de l'air comprimé pour le fonctionnement et le contrôle des colonnes pulsées[41].

La purification finale du plutonium fit l'objet de recherche allant dans deux directions : l'expérimentation du classique procédé par échange d'anions[42] et le développement d'une nouvelle méthode d'extraction utilisant des amines tertiaires et des sels d'ammonium quaternaires. Le procédé à la Trilaurylamine (TLA) fut appliqué exceptionnellement lors de la toute première campagne de retraitement pour récupérer les 30 premiers grammes de plutonium.

Les laboratoires d'Eurochemic mirent également au point un procédé électrolytique permettant de transformer directement le nitrate d'uranyle, produit final habituel du retraitement, en tétrafluorure d'uranium, un composé intermédiaire permettant ultérieurement soit la production d'hexafluorure pour l'enrichissement soit d'oxyde pour la fabrication directe de combustibles recyclés. La préparation en laboratoire du tétrafluorure ouvrit la voie au projet de SFU qui connut un début d'application sur le site en 1969-1970 [43].

*Les recherches analytiques*

Dans la section de chimie analytique, le travail s'orienta dans quatre directions principales : le développement et les tests de méthodes analytiques, d'équipements, d'instruments de mesure en continu et l'automatisation des procédures analytiques[44]. Plus de 300 méthodes d'analyses[45] furent expérimentées ou améliorées, tant en ce qui concernait le contrôle du procédé, l'analyse des effluents ou celle des spécifications des produits finals. Celles qui avaient obtenu les meilleurs résultats étaient incorporées dans le manuel d'analyse de l'usine.

Le laboratoire de recherches contribua à la mise au point de matériels qui devaient être installés dans l'usine comme un absorptiomètre à rayons X et gamma, un colorimètre, un moniteur à neutron et un moniteur alpha. Mais seul le moniteur alpha fut installé. Irrémédiablement contaminé après quelques jours de fonctionnement de l'usine, il fut retiré. Pour ce qui était de l'automatisation de l'analyse, dans une des boîtes de la cellule Janus furent développés des équipements de laboratoire permettant l'analyse à distance d'échantillons hautement radioactifs.

Un système de prélèvement par pipette commandée à distance, appelé "calibrated stopcock" [46], plus robuste et plus fiable que ceux existant à l'époque sur le marché, fut mis au point et expérimenté. Il permettait de plus une réduction importante de la durée des manipulations et donc des risques de contamination ou d'irradiation.

Le bilan modeste de l'application à l'usine des recherches de laboratoire en matière d'équipement était en fait l'expression d'un problème de coopération entre chercheurs et techniciens. Un chercheur s'en est fait l'écho vingt années après les faits à propos des instruments de mesure en continu :

"Today, I know there is nothing wrong with inline instruments, but many things can go wrong between a plant operator and a research worker. They speak different languages and they are usually not too much inclined to learn to understand the language of the other. The application of in-line instruments in a reprocessing plant is not a technical problem, it is a communication problem, or maybe even a problem of faith or confidence." [47]

Les techniciens de l'usine préféraient des méthodes éprouvées et étaient au fond peu désireux d'expérimenter dans l'usine les productions de leurs collègues chercheurs. De plus la diminution du programme de recherche lié aux problèmes de financement n'avait pas permis aux chercheurs de pousser le développement de leurs innovations en laboratoire jusqu'au degré de perfection exigé par les opérateurs de l'usine.

---

[41] Comme le "bottom-interface control using direct air-purged dip tubes (located in the column decanter)", et un "air-pulsation system in which the compressed air inlet and outlet valves was controlled by an electrically driven cam-shaft".

[42] "Anion-exchange process".

[43] Cf. 3[e] Partie, chap. 2

[44] Ces aspects sont repris et approfondis dans une autre perspective au 5[e] Partie, chap. premier.

[45] En voir par exemple la liste des méthodes in RAE 3, pp. 124-128.

[46] Détaillé dans ETR 318 , pp. 77-79.

[47] Ibid. p. 80.

*Les débuts des recherches sur le conditionnement des déchets*

Ces recherches relevaient de la Section chimie du procédé et devinrent une priorité de la recherche dès la programme réduit de 1964.

Les travaux commencèrent sur le traitement des effluents de moyenne et de haute activité, à partir de 1963, par des études sur les procédés existants, suivies de tests et d'études plus poussées portant sur l'incorporation et la solidification dans le bitume ou le béton des effluents de moyenne activité[48] ; pour les déchets de haute activité des travaux furent menés sur l'adaptation d'un procédé britannique de vitrification[49] aux caractéristiques des combustibles irradiés d'Eurochemic.

Eurochemic conçut enfin en laboratoire un procédé original de solidification des effluents de haute et moyenne activité, appelé NSSP (Neutralisation Self Solidification Process), mais le programme fut arrêté au stade des tests en actif des effluents de moyenne activité à la suite de défaillances d'une des pièces essentielles du procédé[50].

Si son bilan en termes d'innovation apparaît finalement comme assez mince, il ne faut pas oublier que la tâche principale de la R&D était de préparer la mise en route de l'usine dans les meilleures conditions. A cet égard, son travail fut de très bonne qualité.

Mais c'était la Direction technique qui était en prise directe avec les acteurs extérieurs à l'usine.

**La coopération entre Eurochemic et les entreprises extérieures**

***Le rôle pivot de la Direction technique de l'entreprise***

La Direction technique devant devenir responsable de l'exploitation, ses membres furent associés étroitement aux architectes industriels et à la Direction des recherches dans l'élaboration des diagrammes et ils suivirent de très près la construction. Ainsi la Direction avait-elle au démarrage une connaissance approfondie de cette usine d'un genre nouveau.

*Le rôle de la Direction technique et son évolution*

La Direction technique constituait en effet l'interlocuteur principal des entreprises extérieures. Ses fonctions et ses effectifs évoluèrent avec l'avancée des travaux. D'abord de taille modeste par rapport aux effectifs de recherche, elle devint la plus importante Direction de l'entreprise par son personnel.

De 1959 à 1961 la Direction technique était chargée d'examiner et de contrôler les avant-projets et de les confronter aux impératifs techniques et financiers de la Société, puis de collaborer avec SGN à l'établissement de l'avant-projet détaillé.

Celui-ci adopté et les travaux commencés, la tâche qui revint à la Direction technique fut de construire les installations auxiliaires de type classique, de superviser le travail des architectes industriels et de coordonner avec SGN la construction. La Direction technique établit ainsi les appels d'offre, commanda le matériel et surveilla l'ensemble des travaux sur le site.

L'installation achevée, elle eut pour tâche d'approuver les essais de réception et d'effectuer ceux de mise en service des bâtiments et de leurs équipements.

La Direction technique était responsable à terme de l'exploitation de l'installation. A ce titre lui incombaient trois tâches principales, en premier lieu le fonctionnement du retraitement et des services auxiliaires (alimentation en énergie, approvisionnement en produits inactifs, comptabilité des matières fissiles, etc.) ; en second lieu l'évaluation de la faisabilité industrielle de nouvelles méthodes ; enfin la synthèse des données d'exploitation, permettant des évaluations techniques et économiques.

*La composition et l'organisation de la Direction technique*

En conséquence les effectifs de la Direction technique s'élevèrent rapidement : 38 personnes en décembre 1961, dont 16 ingénieurs (en génie civil, en mécanique, en chimie) et 15 techniciens et dessinateurs, sous la direction de Teun Barendregt, regroupés en 7 sections spécialisées (voir l'organigramme de la Figure 33), subdivisés en groupes de supervision du projet détaillé (11 groupes[51]) correspondant à des fonctions ou à des

---

48 RAE 3 p. 109.

49 FINGAL.

50 Il s'agissait d'un échangeur de chaleur autonettoyant à vis fabriqué par Lurgi. Ce procédé fit l'objet de trois ETR entre novembre 1967 et février 1969, n°219, 242 et 258.

51 RAE 1 p. 233.

bâtiments (ventilation-instrumentation, laboratoire de recherches par exemple). La section santé-sécurité était rattachée à la Direction technique jusqu'en novembre 1962, elle le fut ensuite à la Direction générale.

En janvier 1964 les effectifs pourvus étaient de 114, dont 10 ingénieurs diplômés ou équivalents, 25 ingénieurs techniciens ou équivalents, 32 opérateurs, techniciens, dessinateurs ou personnels administratifs, 47 assistants opérateurs ou ouvriers.

La Direction comprenait six divisions.

En janvier 1966 elle comptait 198 personnes, dont 16 ingénieurs diplômés ou équivalents, 35 ingénieurs techniciens ou équivalents, 91 opérateurs, techniciens, dessinateurs ou personnels administratifs, 56 assistants opérateurs ou ouvriers. La principale cause d'augmentation fut le recrutement des opérateurs de l'usine qui se familiarisèrent avec les équipements pendant la période de réception et de tests.

Les importants besoins en main d'œuvre, surtout à partir de l'automne 1965, entraînèrent la mise à disposition de personnel par la Direction des recherches (cf. supra). Eurochemic prit en effet possession de l'usine à partir du début de l'année 1965 et à partir d'octobre en assuma entièrement la responsabilité, y compris l'installation des tuyauteries des dernières unités. Il fallait procéder aux tests et le travail démarra avec quatre équipes de quart.

La Direction technique fut restructurée en 1966 en Divisions spécialisées, dans la perspective du début du retraitement : la Division principale était celle du procédé chimique. Une seconde Division s'occupait de la réception du combustible, de la programmation de l'usine et du traitement des effluents, une troisième du laboratoire analytique, une quatrième des services nucléaires – prévention de criticité, protection contre les radiations et comptabilité nucléaire. S'ajoutaient à l'organigramme les services généraux et le consultant américain, Earl Shank, qui travaillait en étroite liaison avec le Directeur technique.

***Les relations entre les architectes industriels et Eurochemic – Le cahier des charges général de janvier 1961 et la répartition des fonctions et des tâches***

*Le dispositif de 1961*

Les premiers contacts avec les architectes industriels avaient été pris en 1959 et les discussions s'étaient poursuivies en 1960 [52].

Au début de 1961 les modalités de la coopération des entreprises avec Eurochemic étaient définitivement fixées[53].

Elles étaient relativement simples pour le laboratoire de recherche. Le Groupe SDS était chargé des seules études, des dossiers d'appel d'offre et des commandes. La direction des travaux était assurée par la Société elle-même. La rémunération était forfaitaire.

Le règlement des problèmes de responsabilité, de brevet et de rémunération

Ces modalités étaient cependant plus complexes pour l'usine et ses dépendances. Les négociations aboutirent sur les trois points qui faisaient encore problème en juillet 1960, le problème de la responsabilité, celui de la propriété industrielle et celui de la rémunération.

Sur la responsabilité, l'accord distinguait entre les dommages «directs causés, dans l'accomplissement de ses obligations propres, à Eurochemic par négligence, infraction aux règles de l'art ou faute professionnelle»[54] et la «responsabilité en ce qui concerne les dommages corporels et matériels causés à des tiers, y compris le personnel d'Eurochemic et des autres architectes industriels [...] par un accident nucléaire»[55]. Dans le premier cas, sauf s'il y avait faute lourde, la responsabilité était limitée à 20% du montant des honoraires. Dans le second cas, la responsabilité d'Eurochemic était substituée à celle des architectes industriels.

En ce qui concerne la propriété industrielle les discussions furent ardues, ce qui se traduisit par des dispositions extrêmement complexes dans le cahier des charges, puisqu'elles couvrent cinq pages[56], qui tentent de régler tous les cas de figure, la situation de départ étant la copropriété des inventions[57].

Pour la rémunération, le principe général fut celui du pourcentage du coût des «travaux et livraisons pour lesquels [l'architecte industriel] a préparé les dossiers de soumission et les contrats», ces coûts comprenant «les

---

52 Cf. 2e Partie, chap. premier.

53 RAE 1, pp. 359-362 et POHLAND E., STROHL P. (1962).

54 Cahier des charges générales, p. 16.

55 Ibid.

56 Ibid. pp. 18 à 22.

57 Ces clauses ne servirent jamais.

droits, taxes et frais de transport effectivement payés»[58]. Le montant du pourcentage pour chaque type de travaux était fixé par référence au tarif des ingénieurs et architectes suisses.

Le cahier des charges du 16 janvier 1961

Finalement le cahier des charges générales relatif aux contrats d'architecte industriel pour l'usine fut publié le 16 janvier 1961.

C'est un document de 24 pages comprenant 17 articles, complété par une annexe de six pages.

Les tâches principales incombant à l'architecte industriel étaient les suivantes :

«– l'élaboration du projet général ;
– la préparation des dossiers d'appels d'offre ;
– le dépouillement des offres et la rédaction des commandes ;
– le contrôle des études, des procédés de construction, des dessins et spécifications d'exécution ;
– la direction des travaux [tâches précisées ci-après] ;
– la mise en marche et la réception des installations»[59] :

La direction des travaux comportait les obligations suivantes :

«– organisation générale des chantiers ;
– coordination des entrepreneurs et fournisseurs pour l'exécution des travaux ;
– contrôle de la conformité de l'exécution aux règles de l'art et aux plans et spécifications approuvés ;
– recettes de matériaux et matériels en usine et sur le chantier ;
– établissement des métrés ;
– établissement des décomptes provisoires et définitifs et des propositions de paiement [...] ;
– surveillance de l'évolution du montant des dépenses engagées et fourniture tous les deux mois à Eurochemic, par l'intermédiaire de l'AIC, d'un relevé de ces dépenses.»[60]

*La coopération entre SGN, Eurochemic et les autres architectes industriels*

Quatre types d'acteurs intervenaient sur le site : le maître d'ouvrage Eurochemic, l'architecte industriel coordonnateur (AIC)[61] qu'est SGN, les architectes industriels, enfin les entrepreneurs. Le fait que SGN était sur le site le seul détenteur institutionnel d'un savoir-faire en matière de retraitement lui conférait une position éminente dans le jeu des acteurs.

SGN était comme architecte industriel le réalisateur de tout le génie civil de l'usine et de l'extraction, cœur du procédé. En collaboration avec Montecatini elle était responsable de la tête et de la queue de procédé. Comme AIC elle était le conseil principal d'Eurochemic et coordonnait dans le temps et dans l'espace les études et travaux. Lui incombait aussi la définition des standardisations communes indispensables. Il y avait donc un maître d'œuvre et un maître d'ouvrage coopérant étroitement, Eurochemic et SGN.

Eurochemic était le maître d'œuvre et c'était plus particulièrement sa Direction technique qui assurait liaison avec les entreprises extérieures. Les travaux étaient effectués sur la base de l'avant-projet détaillé (Figure 42)[62], qui fut toutefois modifié en cours d'exécution en fonction par exemple des résultats des expérimentations de laboratoire ou des décisions d'extension . A tous les stades de la réalisation, Eurochemic choisissait sur proposition des AI les solutions techniques à adopter. Tous les plans devaient en conséquence lui être soumis pour approbation. C'est elle qui concluait les marchés avec les fournisseurs et entrepreneurs qui lui étaient conseillés par l'AI.

L'interpénétration des fonctions de l'AIC et de la Direction technique avaient comme objectif de permettre un processus d'apprentissage, de transmission des savoir-faire par l'expérience acquise, parallèle et probablement

58 Ibid. p.22.
59 Cahier des charges générales, p. 5 .
60 Cahier des charges générales, p.12.
61 La dénomination d'AIP, architecte industriel principal, fut abandonnée ; de même que les AIS – spécialisés – devenus AI.
62 Le Figure 42 montre les étapes du passage de l'avant-projet à l'installation dans les lieux. Remarquer l'effet de "feed-back" pour les tuyauteries.

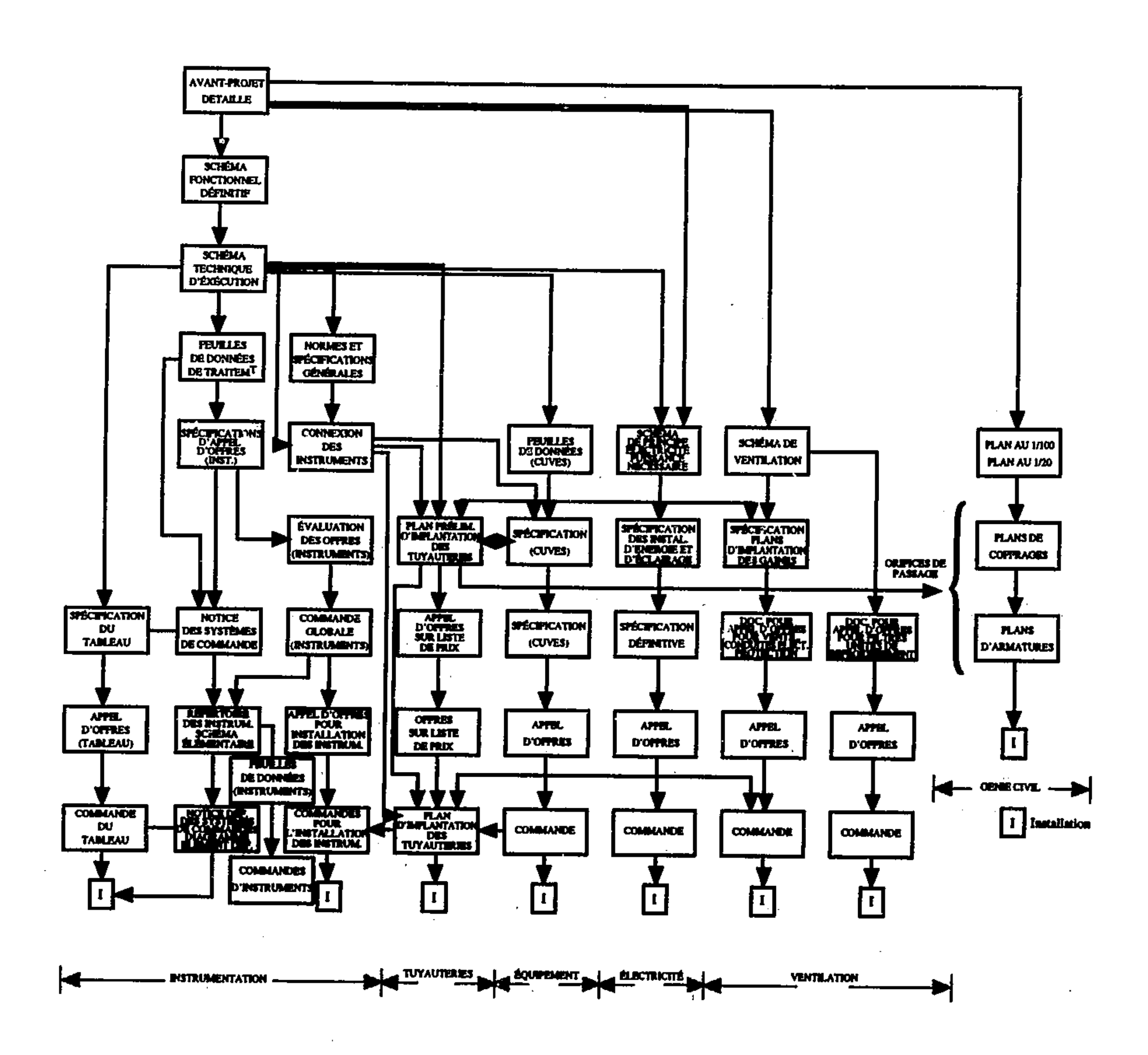



**Figure 42.** Schéma montrant les principales étapes de la coordination du projet, de l'avant-projet détaillé à l'installation, en passant par la procédure d'appels d'offres, pour l'usine et le bâtiment de stockage des produits finals. (Source : RAE 2, p. 74)

aussi importante que le transfert de technologie proprement dit. Une véritable symbiose s'établit entre le Directeur technique, le consultant américain et l'équipe de SGN [63].

*La répartition des tâches entre les architectes industriels*

Les travaux de génie civil

Le bâtiment administratif fut confié à une association germano-belge qui signa par la suite d'autres contrats avec Eurochemic. Les premiers marchés de génie civil sur la partie nucléaire furent passés en octobre 1961, après appel d'offres auprès de 23 entreprises. Ce fut un groupe franco-belge associant trois sociétés, une compagnie belge, sa filiale française et une société française, qui remporta le marché. Les travaux commencèrent le 15 novembre 1961 et furent menés sans problème particulier. L'association avec au moins une firme belge était pratiquement une nécessité étant données les caractéristiques des matériaux utilisés dans le génie civil, pondéreux ou matières produites sur place.

Tableau 36. **Distribution des travaux de génie civil**

| | |
|---|---|
| Association momentanée Wayss & Freytag (Allemagne) – Belmans (Belgique). | *Construction du bâtiment administratif, des bâtiments des services généraux, des ateliers mécaniques et électriques.* |
| Association entre la Compagnie française d'entreprises (Paris), la Société anonyme d'entreprises, anciennement Dumon et Van der Vin (Bruxelles), et les Entreprises industrielles et de travaux publics (filiale française de Dumon et Van der Vin). | *Travaux de génie civil de l'usine, de ses annexes, installations auxiliaires et laboratoire de recherches.* |
| EBES (Belgique). | *Fourniture d'électricité et de vapeur.* |

La construction du Laboratoire de recherches.

Tableau 37. **Distribution des travaux de construction du laboratoire**

| | |
|---|---|
| SDS (association des bureaux d'études danois, espagnol et suisse) | *Projet de laboratoire de recherche (sauf les cellules chaudes)* |
| SDS en association avec Atkins and Partners (Royaume-Uni) | *Cellules chaudes du laboratoire de recherches*[64] |

La relative absence d'expérience de SDS en matière nucléaire fut compensée pour la construction des cellules chaudes par son association avec une entreprise britannique qui avait été recommandée par l'UKAEA.

La réalisation de l'usine et de ses bâtiments annexes (Figure 43)

La répartition des tâches entre les architectes industriels de l'usine fut définitivement fixée avec la remise de l'avant-projet détaillé. Elle était pour les activités prévues à cette époque très proche de la répartition initiale[65] : Siemens et Halske avaient cependant perdu l'exclusivité de fourniture du matériel de laboratoire au profit d'une procédure plus large d'appels d'offres (cf. infra).

Une firme allemande membre d'IGK et l'architecte industriel norvégien furent chargés des activités nouvelles.

Le 28 mars 1963, quand l'accord se fut fait sur la méthode à adopter, ce fut la firme Friedrich Uhde, participante de IGK, qui fut nommée AI de l'unité de purification du plutonium[66].

Après septembre 1964 Noratom fut responsable de la partie du projet de traitement des déchets rendue nécessaire par l'extension du retraitement aux combustibles hautement enrichis[67].

[63] Dans son témoignage, Earl Shank insiste beaucoup sur sa coopération de tous les instants avec Teun Barendregt et sur l'utilité de son expérience pratique acquise dans le suivi des chantiers des usines de retraitement américaines.

[64] Décision du CA du 14 mars 1962.

[65] AG(62)7.

[66] CA(63)10.

[67] CA(64)26.



**Figure 43.** Vue aérienne du chantier, probablement prise en mai 1963. (Source: Photographie CEN/SCK C/EC-60, tirage daté du 4 juin 1963.)

Tableau 38. **Distribution des tâches, entre les architectes industriels pour l'usine**

| Firme | Tâches |
|---|---|
| Belchim (Belgique) | Purification finale de l'Uranium |
| Belchim | Traitement des effluents et stockage des déchets |
| Comprimo (Pays-Bas) | Instrumentation pour les parties principales de l'usine |
| IGK (Arbeitsgemeinschaft Leybold Lurgi, Uhde, Dortmund, raison sociale attestée en 1963) (RFA) | Récupération des solvants ; ventilation et laboratoire analytique |
| Montecatini (Italie) | Préparation des solvants organiques et inorganiques; stockage des produits finals |
| NOHAB (filiale de Bofors) (Suède) | Réception et manutention des éléments combustibles |
| Noratom (Norvège) | Stockage des produits de haute activité |
| SGN (France) | Extraction de l'uranium et du plutonium |
| SGN | Génie civil pour le bâtiment principal de l'usine |
| SGN et Montecatini en collaboration | Concentration des produits de fission et récupération de l'acide nitrique après concentration |
| SGN et Montecatini en collaboration | Dissolution et récupération de l'acide nitrique après dissolution |

*La rémunération des architectes industriels et le problème de l'appréciation des coûts*

Le principe de la rémunération était le pourcentage du coût des travaux, plus les frais divers. Pour les opérations de mise en marche et de réception des travaux était prévu un paiement en régie. Les honoraires des architectes industriels ne devaient primitivement pas excéder 10% du coût total des travaux.

Le montant des prestations des architectes industriels avait été estimé en mars 1961 à 1,8 M$ [68]. Les architectes firent savoir en novembre 1962 que les difficultés et les frais de coordination inédits entraînaient une

[68] CA/61/4.

augmentation de leurs dépenses et proposaient un taux d'honoraires de 14%. Le 16 septembre 1963, une estimation révisée fut faite, à 3,2 M$, se décomposant comme suit[69] :

Tableau 39. **Structure de l'estimation des coûts des architectes industrials**

| | |
|---|---|
| Avant-projets | 0,5 M $ |
| Honoraires (10% du coût) | 1,7 M $ |
| Frais divers | 0,5 M $ |
| Modifications et études supplémentaires | 0,5 M $ |
| **Total** | **3,2 M $** |

Le total des dépenses fut estimé en décembre 1965 à 3,6 M $ pour les contrats conclus. Il fallait s'attendre, à la suite des modifications et travaux supplémentaires, à ce que les dépenses totales excèdent ce chiffre[70].

Les frais entraînés notamment par la coordination se révélèrent nettement plus élevés que cela avait été prévu. Les difficultés financières de la Société ne permirent pas de satisfaire la demande réitérée des AI en 1963. A la fin octobre 1963[71] la situation de certains AI spécialisés devenait délicate. Pierre Danneaux, représentant Belchim, rappelait avec insistance le problème pour son entreprise. Trois mois plus tard, le 1er janvier 1964, les activités de Belchim étaient transférées à Belgonucléaire.

Teun Barendregt reconnaissait que la perte représentait, avec des nuances selon les AI, près de 40%. Le problème fut à nouveau évoqué à l'occasion du Conseil d'administration du 23 juin 1965, où le Directeur général proposa la constitution d'une provision de 0,750 M $ pour paiement des contrats en cours[72]. Une provision de 0,5 M $ fut décidée le 7 décembre 1965, mais à titre de simple mesure conservatoire.

La dérive du coût des architectes industriels se traduisit donc par un doublement de celui-ci entre 1961 et 1965. Malgré cela il semble que l'opération ait été déficitaire pour les AI. L'expérience acquise devait cependant leur permettre de se rattraper sur d'autres projets[73].

Pour éviter une dérive supplémentaire, il fut décidé par la Direction de limiter la participation des AI aux essais, que l'on prévoyait initialement rémunérée, tout en leur en ouvrant largement l'accès gratuit. Cette limitation du rôle des AI entraîna corrélativement une augmentation des besoins en personnels propres à Eurochemic et accéléra la mise à disposition des chercheurs auprès de la Direction technique[74].

*Eurochemic et ses fournisseurs – Les appels d'offres et les contrats de travaux et fournitures*

Plusieurs centaines d'entreprises européennes et même non européennes fournirent du matériel ou des services à l'occasion de la construction de l'usine[75]. Un bilan partiel[76] peut être tiré en terme de répartition nationale des marchés, et des exemples précis peuvent être donnés.

*La répartition des marchés de fourniture et travaux*

Le tableau 40 synthétise la répartition, suivant la nationalité des entreprises, des montants de fournitures et travaux cumulés jusqu'au 31 décembre 1966, qui totalisaient alors 25,89 M de $, classés par ordre décroissant[77].

69 CA(63)31.

70 CA(65)29.

71 CA/M(63)4 du 28 octobre.

72 CA(65)11.

73 Témoignages de M. Lung et W. Schüller.

74 Lorsque fut prise la décision d'appliquer le programme de mise en marche, il fallut recruter 57 techniciens opérateurs, cf. CA(64)35 du 30 novembre 1964.

75 Les Progress Reports trimestriels contiennent la liste des entreprises soumissionnaires pour chaque marché, avec l'objet du contrat, son montant et la raison du choix de l'entreprise. Mais la série n'est pas complète dans les archives, rendant une analyse statistique impossible. Il faut donc se contenter ici du bilan global par pays et d'exemples significatifs.

76 Un bilan détaillé nécessiterait de plonger dans les dossiers des appels d'offre, qui occupent plusieurs dizaines de mètres dans les archives de Belgoprocess.

77 Tableau établi à partir de RAE 3 p.17, chiffres arrondis, calculs sur les chiffres réels.

Tableau 40. **Bilan de la répartition des contrats de fournitures et travaux suivant les pays en 1966**

| Pays | Total (M $) | % | Par des filiales belges (%) [78] |
|---|---|---|---|
| Total | 25,89 | 100,00 | 17,39 |
| Belgique | 9,14 | 35,31 | 17,79 [79] |
| France | 7,61 | 29,41 | 7,76 |
| Allemagne | 2,90 | 11,21 | 48,16 |
| Pays-Bas | 1,62 | 6,27 | 27,14 |
| Italie | 0,94 | 3,63 | 1,89 |
| Norvège | 0,86 | 3,32 | 0,00 |
| Royaume-Uni | 0,71 | 2,73 | 21,47 |
| Suède | 0,67 | 2,61 | 5,45 |
| Autriche | 0,52 | 2,00 | 1,22 |
| Suisse | 0,36 | 1,38 | 21,07 |
| Etats-Unis | 0,20 | 0,79 | 72,95 |
| Danemark | 0,20 | 0,79 | 2,71 |
| Portugal | 0,11 | 0,45 | 0,00 |
| Espagne | 0,02 | 0,08 | 0,00 |
| Japon | 0,001 | 0,00 | 100,00 |
| Finlande | 0,0004 | 0,00 | 100,00 |

La proximité géographique apparaît comme le premier facteur explicatif de la répartition. Plus du tiers des contrats fut passé avec des entreprises belges, presque 30% avec la France. L'Allemagne vient loin derrière avec 11%, ce qui exprime bien la différence qui demeurait alors en matière d'industrie nucléaire entre les deux pays. Le Royaume-Uni qui possédait comme la France une industrie nucléaire avancée fut le septième fournisseur de l'entreprise.

*Un exemple significatif, l'équipement*

Pour la seule usine chimique, l'équipement comprenait près de 200 appareils principaux – dissolveurs, évaporateurs, colonnes, mélangeurs-décanteurs, cuves de grande dimensions ; la plupart des appareils comportait un matériel de transfert des solutions – éjecteurs, air-lift, pompes, et des vannes – 3000 dans l'usine. La tuyauterie du procédé avait une longueur de 70 km, auxquels s'ajoutaient les tuyauteries de vapeur, de vide, d'eau, etc. et celles liées à l'instrumentation. Les autres bâtiments du procédé étaient moins complexes mais abritaient plus de 50 appareils principaux et 6 km de tuyauterie.

La passation des contrats nécessitait, du fait de l'obligation politique de répartir dans la mesure du possible les commandes dans les différents pays membres pour faire acquérir à l'industrie une expérience, des délais assez longs, surtout pour les appareils spéciaux[80].

Pour le premier dissolveur et ses tuyauteries en Ni-O-Nel par exemple[81] l'appel d'offres fut lancé fin 1962 et la commande passée en avril 1963. Seize entreprises furent consultées, trois allemandes, trois françaises, deux belges, deux italiennes, deux néerlandaises, deux suédoises, une suisse et une britannique. C'est la firme allemande Essener Apparatenbau, dont le matériel était seul à respecter les tolérances impératives imposées par Eurochemic, qui remporta ce marché de 132 013 $ [82].

Le même trimestre une commande de récipients en acier spécial, de l'Uranus B6 au silicium, mit en concurrence vingt-et-une firmes de huit nationalités différentes. C'est l'entreprise italienne proposée par l'AI, financièrement la moins-disante et techniquement la plus valable, qui remporta ce marché de 272 297 $.

Un pilote de dissolution en acier inoxydable spécial, lui aussi en Uranus B6, destiné à préparer les spécifications du second dissolveur fit l'objet d'un autre appel d'offres, lancé en 1962 auprès de 15 entreprises de

[78] Part des montants passés par l'intermédiaire d'une société belge. 4,5 M, dont 1,4 M pour la seule Allemagne, furent passés par l'entremise de sociétés belges, en général les filiales en Belgique de sociétés étrangères.

[79] Par l'intermédiaire d'une société française.

[80] Le Portugal fournit ainsi le pont roulant du hall de réception des combustibles.

[81] Progress report N°23, annexe III, feuillets 14 et 15, et RAE3 p. 173.

[82] Les difficultés techniques rencontrées et surmontées dans la fabrication des dissolveurs sont évoquées à la 5e Partie, chap. premier.

9 pays[83]. Le marché fut attribué à une entreprise de chaudronnerie française qui avait déjà acquis une expérience nucléaire, la Compagnie des Ateliers et Forges de la Loire (CAFL).

La plupart des offres pour l'équipement spécial fut lancée pendant l'été 1963 et le processus était achevé à la mi-avril 1964. L'équipement standard fut passé en commandes groupées (instruments, vannes, éjecteurs à vapeur et tuyauteries), mais en gardant à l'esprit une répartition entre les industries des pays membres. Les livraisons commencèrent à arriver pendant l'été 1964.

Certains appareillages furent cependant mis en place avec un retard pouvant atteindre un an. Les principales difficultés vinrent des aciers spéciaux et étaient dues au travail sur des alliages inhabituels pour les entreprises[84]. La mise en place réserva aussi des difficultés, en particulier en ce qui concernait les soudures : il fallut renoncer à l'emploi de l'Uranus B6 pour certaines tuyauteries et refaire des soudures suspectes sur les colonnes pulsées et d'autres équipements.

*Un contrôle de qualité très strict*

Les exigences propres au caractère nucléaire de l'installation et à la sûreté entraînèrent la mise sur pied d'un système de contrôle très strict de la qualité couvrant tous les stades du projet de la conception à l'installation des équipements en passant par leur fabrication.

Le choix de l'entretien direct accentuait encore les exigences. Il fallait que l'équipement et la tuyauterie résistent le plus possible pour réduire les interventions au minimum.

Ce choix avait en particulier des conséquences importantes sur les connexions entre les cuves et la tuyauterie, et pour celles qui reliaient les tubes entre eux. Il n'était en effet pas question d'employer des joints. Des ruptures de joints ou de simples fuites auraient nécessité la décontamination des cellules pendant des semaines ou des mois avant qu'il ne soit possible de les réparer. L'ensemble devait donc être soudé, et la qualité des soudures devait faire l'objet de vérifications très strictes pour en éviter la corrosion, notamment au niveau d'éventuelles inclusions d'oxydes.

L'expérience acquise par Earl Shank dans la construction d'usines de retraitement aux Etats-Unis fut utile, et Teun Barendregt fut amené à s'en inspirer pour la mise sur pied des procédures de contrôle de qualité[85]. En outre la multiplicité des acteurs résultant de la vocation internationale de l'entreprise renforçait encore la nécessité de disposer d'un système de contrôle développé et efficace[86].

Les spécifications étaient définies par Eurochemic, sur la base de normes de standardisation proposées par SGN. Les architectes industriels étaient responsables de la qualité. Le contrôle fut assuré par des organismes agréés extérieurs et nationaux. En Belgique par exemple il fut effectué par Controlatom.

Dans certains cas le contrôle était une obligation à la fabrication. Ainsi en fut-il pour le matériel nucléairement sûr. Les dimensions intérieures et l'incorporation de poisons neutroniques firent l'objet d'une attention particulièrement soutenue. Les représentants eurent également accès aux archives du fabricant et purent formuler des observations sur les procédures d'essais utilisées.

Lors de l'installation le contrôle et l'approbation étaient systématiques et menés conjointement par l'AI et Eurochemic, qui avaient accès à tous les résultats des essais radiographiques et d'étanchéité. En ce qui concernait les cellules, la conformité aux plans était vérifiée. Pour certains appareils spéciaux une procédure particulière à chaque équipement avait été définie et appliquée.

Chaque atelier une fois terminé était examiné par l'équipe procédé d'Eurochemic ; la réception provisoire était donnée par la Division des services généraux, qui remettait alors l'atelier à la division Procédé chimique.

A l'achèvement de chaque cellule un relevé photographique était réalisé pour faciliter, en complément des plans d'installation, le repérage et préparer les opérations futures de réparation ou de modification. Chaque canalisation était aussi identifiée par une étiquette numérotée.

---

83 Le Progress Report correspondant n'a pas été conservé.

84 Sur les problèmes de matériaux, cf. 5e Partie, chap. premier.

85 Témoignage d'Earl Shank.

86 RAE3 p.179 sq.

### *L'avancement des travaux et les difficultés de coordination*

*L'avancement des travaux*

Les travaux de génie civil du laboratoire de recherches avaient débuté le 15 novembre 1961, ceux du bâtiment de l'usine le 1er janvier 1962. Le gros œuvre fut réalisé de 1962 à 1964 [87]. Deux accidents du travail mortels connus pendant la construction du site endeuillèrent cette phase des travaux. La rigueur de l'hiver 1962-1963, puis un problème de pénurie de main-d'œuvre locale au printemps 1963 [88], enfin une grève portant sur les salaires retardèrent l'avancement du planning.

Le poids de l'usine de traitement, reposant sur un sol sableux, nécessita l'enfoncement de pieux de fondation de 8 m de profondeur.

L'un des problèmes les plus délicats rencontrés pendant la réalisation du gros œuvre fut la détermination des points de passage à laisser ouverts dans les murs des cellules pour permettre l'installation des tuyauteries lors du montage ultérieur des équipements (Figure 44). En effet la détermination précise de ces emplacements dépendait directement de l'état d'avancement des plans d'implantation des appareils, qui n'étaient pas encore totalement définis au moment où les parois étaient coulées.

Un autre problème fut celui de l'installation des sept colonnes pulsées des cycles d'extraction, qui se posa à la fin de 1964 et fut résolu en janvier 1965. Les colonnes pulsées de l'usine étaient en effet hautes de 12 m et très fines. Il fut décidé de les mettre en place par le haut des cellules et de les faire amener par hélicoptère. Une équipe stationnée sur le toit devait travailler avec le pilote pour les faire glisser sans heurts dans leur logement (Figure 45).

Pendant que les architectes industriels achevaient les études, établissaient les schémas fonctionnels définitifs, les schémas d'installation et d'exécution, ils préparaient aussi les commandes.

Leurs travaux furent compliqués par les modifications introduites pendant la construction, d'abord par la décision prise en 1962 de permettre le retraitement des combustibles hautement enrichis puis par la réduction des installations décidée au cours du second trimestre 1963 afin de diminuer le coût total du projet.

Au fur et à mesure de l'achèvement des bâtiments, les équipements furent mis en place et réceptionnés. Puis commença la phase des essais, en inactif d'abord puis en actif le cas échéant.

*Les problèmes de construction de l'usine, les difficultés de coordination et les graphes de Comprimo*

La complexité de la tuyauterie fut certainement le plus grand problème qui se posa lors de la construction de l'usine. Chaque cuve ou appareil était le point de départ ou d'arrivée d'un nombre important de tubes – souvent au moins neuf raccordements[89] et parfois même plus de vingt – ce qui donnait à certaines cellules l'apparence d'un enchevêtrement inextricable de tubes et de réservoirs (Figure 44), malgré leur regroupement théorique en nappes de tuyauteries.

L'inspection et les essais des appareillages devaient donc être effectués au fur et à mesure de leur pose avant que l'installation d'autres tuyauteries ne les rendent inaccessibles. Il fallait donc programmer avec soin l'ordre des interventions de pose et des inspections.

Les travaux de tuyauterie commencèrent au début de 1964 et posèrent très vite de gros problèmes d'organisation qui allèrent jusqu'au blocage, du fait des retards de commandes et de livraison, combinés à la modification des plans en cours de travaux. Il fallut se résoudre à un arrêt temporaire du chantier.

Une solution fut trouvée. Elle passait par l'utilisation de moyens de calcul automatique. L'établissement d'un schéma de coordination fut confiée à l'architecte industriel néerlandais Comprimo[90], chargé des travaux d'électricité et d'instrumentation, qui le fit exécuter sur un ordinateur à Amsterdam. Comprimo établit des

---

[87] RAE 2 p169 sq., ainsi que le schéma d'avancée du gros œuvre des trois sections et des galeries du bâtiment 1; section 1 (prétraitement), section 2 (extraction et évaporation), section 3 (traitement final et spéciaux), chaque partie est séparée des autres par des joints de dilatation, ibid. p.202.

[88] Il fallut recruter dans un bassin de 50 km autour du site.

[89] Il s'agissait, suivant les cas, de tubes destinés à l'alimentation (par air-lift, éjecteur ou gravité), la vidange (idem), la ventilation, l'instrumentation (pour des tubes-bulleurs), la prise d'échantillons (aspiration et retour), l'agitation et le rinçage.

[90] RAE3 p. 180-182. Exemple p. 181.



**Figure 44.** Photographie de l'intérieur d'une des cellules avant la mise en service de l'usine, montrant l'extrême complexité du réseau de tuyauteries. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

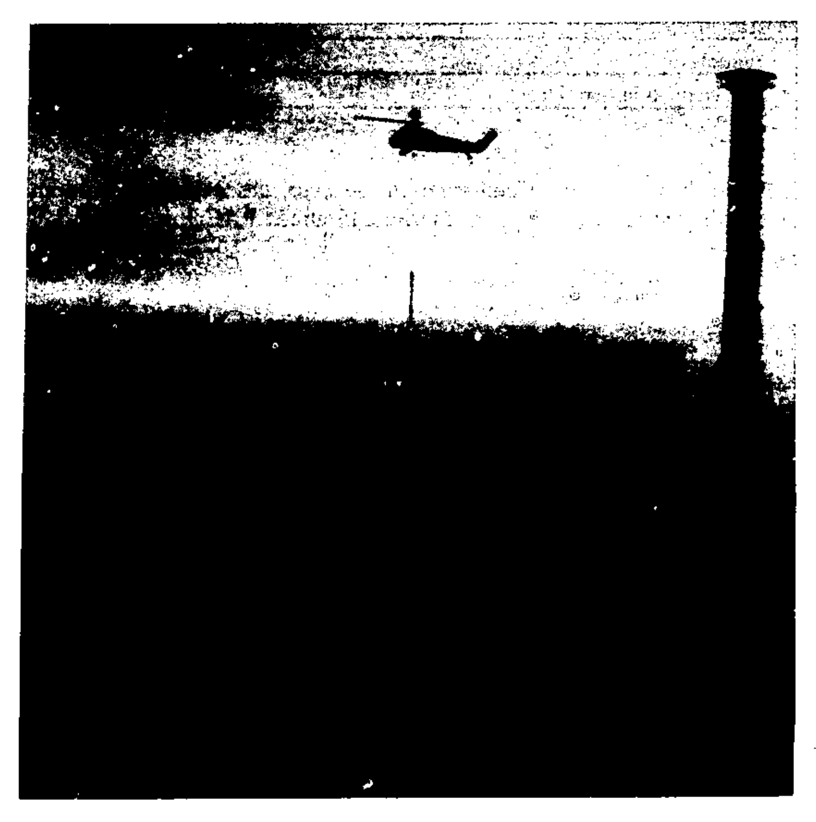


**Figure 45.** Installation par hélicoptère d'une des colonnes pulsées de l'usine en janvier 1965. (Source : diapositive prise par Earl M. Shank. )

graphes par la méthode du chemin critique (Figure 46) [91], d'abord un graphe expérimental pour l'atelier de stockage intermédiaire des effluents de moyenne activité, puis un graphe complet pour l'usine à la fin de 1964. Tous les mois la mise à jour du graphe et son traitement permettaient de définir les tâches restantes, d'établir les calendriers des différentes tâches, de les répartir par corps de métier et de faire la liste des livraisons de matériel nécessaires. Les travaux reprirent alors normalement et furent menés à bonne fin.

En novembre 1965 la plus grande partie des équipements était en place. Commença alors avec la phase des essais le démarrage en douceur de l'usine de retraitement, qui ouvrit dans l'histoire de l'entreprise une phase nouvelle. Celle-ci avait déjà été préparée dès la période de construction au niveau commercial.

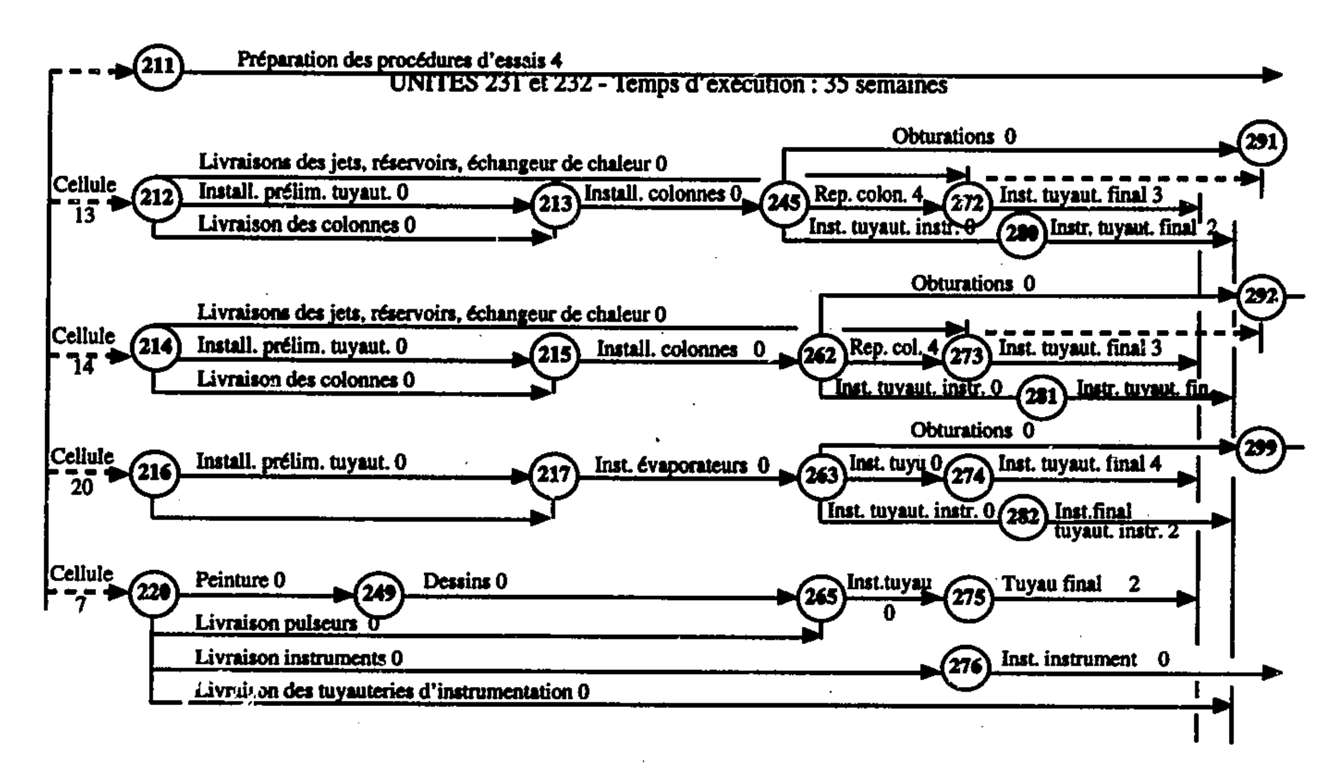



**Figure 46.** Partie du planning de construction de deux des cellules du bâtiment de traitement élaboré par la méthode du chemin critique par Comprimo. (Source : RAE 3, p. 181.)

[91] La méthode du chemin critique ou "critical path planning" est une technique de planification des travaux qui vise à réduire la durée des temps morts sur un chantier. Elle consiste à rechercher parmi les enchaînements possibles celui qui réduit au minimum le temps d'attente entre deux interventions de spécialistes différents devant agir sur le même lieu.

*Chronologie de la seconde partie*

**Janvier 1958 - novembre 1965**

**1958**

| | |
|---|---|
| *janvier 1958:* | *mise en service de l'usine de retraitement de Marcoule, UP1.* |
| **24 janvier 1958:** | **première réunion du Syndicat d'études intérimaire.** |
| **février 1958:** | **entrée en fonction de l'AEEN/OECE.** |
| **28 février 1958:** | **création à Mol d'un Bureau d'études et de recherches (BER). Installation de la première équipe en mai.** |
| 29 mars 1958: | promulgation de la loi belge sur la protection de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des radiations ionisantes. |
| 17 avril 1958: | inauguration de l'exposition universelle de Bruxelles, dont l'emblème est l'atomium. |
| **11 juin 1958:** | **accord créant la seconde entreprise commune de l'AEEN/OECE, Halden, un réacteur à eau lourde bouillante.** |
| *1er au 13 septembre 1958:* | *seconde Conférence de Genève sur les utilisations pacifiques de l'énergie atomique.* |
| **22 octobre 1958:** | **demande d'adhésion de l'Espagne à la convention Eurochemic, adhésion effective le 27 juillet 1959.** |
| **octobre 1958:** | **mission Eurochemic aux Etats-Unis.** |
| *8 novembre 1958:* | *accord Euratom-Etats-Unis (prolongé jusqu'en 1995). Entre en vigueur le 18 février 1959.* |
| *décembre 1958:* | *lancement du brise-glace nucléaire soviétique Lénine.* |
| 31 décembre 1958: | création de MMN (Métallurgie et Mécanique nucléaire), dont les actionnaires sont SGMH et la Fabrique nationale d'armement (FN), des filiales de la SGB. |
| 31 décembre 1958: | création de Belchim (Société belge de Chimie nucléaire). |

**1959**

| | |
|---|---|
| 1959-1962: | premier programme triennal atomique belge. |
| **1959:** | **création du contrôle de sécurité de l'AEEN/OECE (transféré à l'AIEA en 1976).** |
| *1959:* | *la France décide de construire une nouvelle usine de retraitement, dont le site , La Hague, est choisi en 1960.* |
| *2 février 1959:* | *une directive Euratom fixe les premières normes de base communautaires en matière de radioprotection.* |
| **23 mars 1959:** | **signature de l'Accord Dragon, troisième entreprise commune. Le réacteur à haute température, sis à Winfrith, fut critique en 1964, la coopération s'acheva en 1976.** |
| **juin 1959:** | **le réacteur de Halden est critique.** |
| *juillet 1959:* | *lancement du Savannah au New Jersey, premier navire de ligne à propulsion nucléaire.* |
| **20 juillet 1959:** | **l'Espagne entre à l'OECE.** |
| *22 juillet 1959:* | *accord Euratom-Italie faisant du centre d'Ispra un établissement du centre commun de recherches à partir du 1er mars 1960.* |
| *10 août 1959:* | *signature de l'accord de coopération Etats-Unis-Euratom. Il comporte en particulier un prêt de 135 M $ pour la construction de centrales nucléaires dans la CEE. La première demande est italienne et concerne la future centrale de Garigliano, au Nord de Naples, qui démarra le 5 juin 1963.* |
| **1959:** | **Belchim réalise pour Eurochemic à Mol une station d'essais.** |
| **28 juillet 1959:** | **constitution de la société Eurochemic. Fin de la période intérimaire.** |
| **5 octobre 1959:** | **l'Allemagne cède 18 actions à 16 entreprises privées.** |
| **16 octobre 1959:** | **les Pays-Bas cèdent une action à une entreprise privée.** |
| *novembre 1959:* | *conférence de l'AIEA sur la gestion des déchets radioactifs.* |
| **fin 1959:** | **le cap du premier million de $ dépassé pour les engagements de dépenses du projet.** |

## 1960

*1960:* *en Italie, le CNRN devient CNEN (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare).*
**2 janvier 1960:** **réunion des architectes industriels chez Saint-Gobain, sur l'organisation et la rémunération.**
**février 1960:** **présentation de l'Avant-Projet n°4. SGN chargé de la rédaction de l'Avant-Projet détaillé.**
*13 février 1960:* *premier essai nucléaire français dans le Sahara.*
avril 1960: fermeture de la mine d'uranium de Shinkolobwe. La Belgique cesse de produire de l'uranium.
**7 juillet 1960:** **inauguration des travaux du bâtiment administratif à Mol.**
*11 juillet 1960:* *création du Forum atomique européen, FORATOM.*
**juillet 1960:** **établissement du cahier des charges des architectes industriels.**
*septembre 1960:* *lancement du premier porte-avions nucléaire américain, l'Enterprise.*
**30 septembre 1960:** **accord sur la coopération et la consultation réciproque entre l'AEEN et l'AIEA.**
**décembre 1960:** **Convention transformant l'OECE en OCDE à la suite de l'adhésion des Etats-Unis et du Canada. Un protocole additionnel définit les relations entre l'AEEN et Euratom, qui participe à l'AEEN et est représentée au Comité de Direction.**
*1960-1964:* *construction et mise en service de l'installation de retraitement Magnox de Windscale.*

## 1961

1961: proposition de Vulcain comme noyau d'une collaboration AEEN au sein du Groupe de Travail Propulsion nucléaire de navires marchands de l'AEEN/OCDE. Débouche finalement sur un accord anglo-belge en mai 1962, BR3-Vulcain.
1961: autorisation de l'usine de fabrication de combustibles de Mol- Dessel, pour une période de 30 ans (renouvelée en 1991).
**février 1961:** **installation du personnel dans le bâtiment administratif.**
**mars 1961:** **passation des premiers contrats pour l'usine avec les architectes industriels.**
**13 juin 1961:** **le Conseil d'administration adopte l'avant-projet détaillé de l'usine, pour un coût de 30,7 M$, dont 24,01 pour les investissements et le reste pour les frais de fonctionnement jusqu'à la fin de 1963.**
*juin 1961:* *Convention passée entre Euratom et le CEN sur le Bureau Central de Mesures Nucléaires (BCMN) à Geel, non loin de Mol.*
*juillet 1961:* *accord entre les Pays Bas et Euratom sur HFR (Petten).*
septembre 1961: accord entre Cockerill, ACEC, Edf et Framatome créant la Société électronucléaire des Ardennes (SENA) pour construire la centrale de Chooz, première entreprise commune de l'Euratom et premier réacteur de puissance à l'eau ordinaire construit en France.
*octobre 1961:* *l'Italie annonce au Conseil d'administration d'Eurochemic son intention de développer une installation de retraitement des MTR, la future EUREX.*
**12 octobre 1961:** **une première augmentation de capital est proposée.**
**5 décembre 1961:** **au Comité de Direction le représentant des Etats-Unis évoque la possibilité pour Eurochemic de négocier le retraitement de combustible irradié américain dans le cadre de l'accord Euratom-Etats-Unis. Une mission part aux Etats-Unis en janvier 1962.**
**19 décembre 1961:** **l'Italie, le Portugal et la Turquie notifient leur refus de souscrire de nouvelles actions.**

## 1962

*1962:* *la RFA décide de construire WAK.*
*1962:* *au Japon, PNC décide de construire une unité industrielle de retraitement en recourant à des importations de technologies étrangères. Premier pas du projet du pilote de Tokaï Mura.*
*1962:* *début de la construction de la centrale suisse de Lucens. Entre en service en 1968.*
*1er janvier 1962:* *adoption de l'avant-projet de construction de l'Institut des transuraniens de Karlsruhe.*
*janvier 1962:* *début de la construction de l'usine de retraitement de West Valley (New York) destinée à retraiter des combustibles oxyde, par Nuclear Fuel Services (NFS), une filiale de General Electric. L'usine fut mise en service en 1966 et fonctionna jusqu'en 1972.*
**janvier 1962:** **mission conjointe AEEN-Eurochemic aux Etats-Unis.**

**février 1962:** **SGN présente un avant-projet pour le retraitement des combustibles hautement enrichis.**

**22 mai 1962:** **un amendement à l'accord Euratom-USA ouvre à Eurochemic la possibilité de retraiter des combustibles enrichis aux Etats-Unis.**

**juin 1962:** **première réunion de la Commission de Contact avec les Autorités (CCA).**

**septembre 1962:** **achèvement, après une année de travaux, de l'installation d'approvisionnement en eau.**

**octobre 1962:** **réunion à Francfort entre Eurochemic, le gouvernement de la RFA, le CEA et Euratom pour examiner la possibilité de créer sur le site une unité de retraitement des combustibles provenant des surgénérateurs.**

**novembre 1962:** **occupation du bâtiment des services généraux après 15 mois de construction.**

**1963**

*1963:* *la nationalisation de l'électricité en Italie par la création de l'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica(ENEL) entraîne le désengagement du nucléaire de la part du secteur privé.*

**1963:** **démarrage du programme d'exploitation de l'usine. Contacts avec les clients, modèles de contrats, études du prix du retraitement.**

28 février 1963: publication du règlement général belge de la protection de la population et des travailleurs contre le danger des radiations ionisantes, en application de la loi du 29 mars 1958. Les usines de retraitement sont en classe I. Une Commission de sûreté nucléaire, dite Commission spéciale, chargée entre autres de déposer son avis sur les projets d'établissement de classe I, est constituée en décembre 1963.

**23 au 26 avril 1963:** **Symposium AEEN-Eurochemic sur le retraitement à Bruxelles.**

**10 avril 1963:** **Uhde est désigné comme l'architecte industriel de l'unité de purification du plutonium.**

*avril 1963:* *début des travaux de l'usine EUREX de Saluggia, pour retraiter des combustibles irradiés à uranium hautement enrichi. Coopération Italie-Etats-Unis (Vitro C°) avec le soutien de l'Euratom.*

**18 juin 1963:** **première augmentation de capital.**

**juillet 1963:** **ouverture de l'aile froide du laboratoire après 18 mois de construction.**

**2 août 1963:** **promulgation de la loi belge sur l'emploi des langues en matière administrative.**

**14 octobre 1963:** **un groupe de travail est chargé d'étudier un programme intérimaire pour la Société.**

**22 et 23 novembre 1963:** **Colloque de Paris sur l'instrumentation dans les usines de retraitement.**

**hiver 1963-1964:** **grave crise de financement à Eurochemic.**

**31 décembre 1963:** **fin du contrat d'Erich Pohland. Nomination pour 4 mois par intérim de Rudolf Rometsch comme Directeur général d'Eurochemic, nomination confirmée le 3 juin 1964 .**

**1964**

*1964:* *projet de construction par General Electric de l'usine de retraitement Midwest Fuel Recovery Plant (MFRP) à Morris (Illinois). En construction en 1971, elle adopta un procédé nouveau, dit Aquafluor. Le projet fut abandonné en 1974 après deux années et demi d'essais infructueux.*

1er janvier 1964: Belgo-nucléaire reprend les activités de Belchim.

*février 1964:* *la Grande-Bretagne arrête sa production de plutonium dans l'usine de Windscale 1, mise en service en 1952. Est mise en route une unité de 2500t/an, Windscale 2.*

**23 janvier 1964:** **le Conseil d'administration examine trois scénarios sur l'avenir de l'usine: arrêt, option pilote, option production.**

**février 1964:** **ouverture de l'aile chaude du laboratoire.**

**mars 1964:** **accord de collaboration entre Eurochemic et NFS.**

*20 avril 1964:* *signature d'un accord trilatéral Etats-Unis, Royaume-Uni, URSS sur la réduction de la production de matières fissiles à des fins militaires. L'offre de retraitement civil britannique augmente considérablement.*

**27 avril 1964:** **devant le refus de l'Italie de souscrire une nouvelle augmentation de capital, la Belgique propose un prêt garanti par l'Etat si le programme de l'usine est modifié pour permettre de retraiter BR2.**

**mai 1964:** **réception de la station de traitement des effluents et des tuyauteries de transfert au CEN, pour les effluents de basse activité.**

**25 mai 1964:** **la suppression du second siège de l'Italie au Conseil d'administration est envisagée.**

**3 juin 1964:** **projet d'émission d'actions privilégiées.**

*12 juin 1964:* *lancement du navire de commerce allemand à propulsion nucléaire Otto Hahn à Kiel.*

*21 juin 1964:* *démarrage de la centrale italienne Enrico Fermi à Trino Vercellese, dans la plaine du Pô.*

**1$^{er}$ juillet 1964: deuxième augmentation de capital, accord financier pour la couverture du déficit d'exploitation et d'un «programme réduit pour 1964-1967». Engagement de couverture des déficits par le budget de l'OCDE pour la période 1964-1967.**

**août 1964: Dragon critique.**

**août 1964: mise en service du laboratoire analytique.**

*31 août - 9 septembre 1964: troisième Conférence de Genève sur les applications pacifiques de l'énergie nucléaire.*

*16 octobre 1964: première explosion d'un engin nucléaire chinois, à l'uranium.*

**décembre 1964: signature des premiers contrats de retraitement.**

*fin 1964: signature d'une Convention Euratom-Eurex sur la construction d'une usine pilote et la réalisation d'un programme de recherche de 10 ans de 3 M UC, sur le développement des procédés de retraitement par voie aqueuse des combustibles irradiés de MTR et de réacteurs de puissance, prévoyant le retraitement de MTR à un prix déterminé à l'avance.* **Eurochemic est toutefois choisie pour retraiter des combustibles de BR2 et HFR.**

**1965**

1965-1967: second programme triennal atomique belge.

**janvier 1965: installation des sept colonnes pulsées du cycle principal d'extraction.**

*22 janvier 1965: entrée en service de l'usine de retraitement indienne de Trombay, adaptée au réacteur CIR de Trombay, à uranium naturel gainé d'aluminium. Un projet d'adaptation au réacteur Candu est en cours.*

***17 février 1965: première livraison de combustibles irradiés de HFR Petten à Eurochemic.***

*avril 1965: premier réacteur américain dans l'espace.*

*1965: commande suisse de deux réacteurs pour Beznau (Westinghouse BBC) et Mühleberg (General Electric BBC).*

*mai 1965: le Danemark passe contrat avec Dounreay pour le retraitement pendant 5 ans de combustibles irradiés de DR2 (Risø), un MTR.*

**mai 1965: premiers essais de l'usine principale en inactif, dans l'unité récupération des solvants et celle de la purification finale de l'uranium. Les tests s'accélèrent à partir de novembre.**

**6 août 1965: la demande d'autorisation d'exploitation de l'usine est déposée devant les autorités belges.**

**septembre 1965: dans une conférence de presse R. Rometsch annonce un prix de retraitement de 20 à 30 $/kg de combustible irradié jusqu'à un taux d'enrichissement de 5%.**

*septembre 1965: Pierre Huet Président de l'ATEN.*

**septembre 1965: Symposium de Turin sur les installations pilote de retraitement.**

**automne 1965: achèvement des deux cellules chaudes du laboratoire.**

**novembre 1965: publication de l'Analyse de Sûreté de l'usine.**

*TROISIÈME PARTIE*

# La première vie de l'entreprise : le retraitement

*Décembre 1965 – janvier 1975*

## Introduction à la troisième partie

L'histoire du retraitement à Eurochemic commence dès la période de construction avec la définition de la politique commerciale, la recherche des contrats, le lancement de la procédure d'autorisation et les tests suivant l'achèvement des travaux, qui permirent d'acquérir une première expérience pratique de l'exploitation de la nouvelle usine européenne. Celle-ci combinait à la fois les apports techniques français et américains.

Le retraitement proprement dit se déroula en deux temps, séparés par deux événements, l'un technique, l'autre politique. Du 17 mai 1970 au 15 février 1971 l'usine fut à l'arrêt. Entre février 1970 et novembre 1971 fut prise la décision de mettre fin au retraitement.

Cette histoire en deux temps est paradoxale. De 1966 à 1970 en effet les problèmes politiques et financiers semblaient appartenir au passé, des perspectives d'expansion nourrirent de nouveaux projets. Pendant cette période, l'entreprise fit l'apprentissage du retraitement, accumulant des savoir-faire en surmontant les divers problèmes qui apparurent au fur et à mesure du déroulement des campagnes.

Lorsque l'usine reprit son activité, sa fermeture était programmée. Une crise de la coopération internationale dans un contexte défavorable au retraitement était la cause de cette décision. La période qui va de 1971 à 1974 voit Eurochemic à la fois profiter des acquis techniques accumulés pendant la période précédente et préparer son arrêt.

Un bilan d'ensemble doit être fait pour évaluer le travail accompli pendant ces années et évaluer l'héritage de la période de retraitement, dans la mesure où ce dernier pesa lourdement sur l'histoire ultérieure de l'entreprise.

## Chapitre premier

# La mise en route du retraitement

## Passation des contrats, procédure d'autorisation et tests dans la nouvelle usine

En même temps qu'avançaient les travaux sur le terrain, étaient préparées les conditions de la mise en service de l'usine.

Les difficultés financières stimulèrent l'élaboration de la politique commerciale de l'entreprise par la recherche et la signature des premiers contrats de retraitement, qui débouchèrent en 1965 sur la première livraison de combustibles irradiés et le début du stockage d'éléments combustibles en provenance de nombreux pays européens dans la piscine ad hoc du hall de réception.

La mise en route de l'usine était subordonnée à l'autorisation de démarrage par les autorités belges qui élaborèrent pendant la période de construction d'Eurochemic leur propre législation relative aux établissements nucléaires. Les problèmes de sûreté nucléaire et de sécurité des personnels firent l'objet d'une particulière attention de la part des constructeurs. La procédure d'autorisation généra d'autre part une coopération spécifique entre Eurochemic et les autorités belges.

A partir de septembre 1965 l'usine fut progressivement mise en marche ; la réception et les tests commencèrent alors, précédant la première campagne de retraitement de combustible irradié qui commença en juillet 1966 avec l'inauguration par le Roi des Belges.

Les caractéristiques de l'usine de retraitement qui démarrait alors en faisaient un hybride technique franco-américain, comme le montre une comparaison menée entre les trois usines d'Eurochemic, de Marcoule et d'Idaho Falls.

### La définition de la politique des contrats et les premières livraisons de combustibles irradiés

#### *Le contrat-type et la définition théorique des prix*

*Premiers projets et principes généraux*

Dès 1962 le Conseil d'administration travailla sur le problème des prix du retraitement[1]. Il était prévu de s'aligner sur les prix américains et d'introduire une logique de neutralisation des coûts de transport pour assurer une égalité de traitement entre tous les pays participant à la Société. Une exception serait toutefois faite pour les combustibles hautement enrichis, où l'on se fonderait sur les prix de revient réels, supérieurs à ceux proposés par les Etats-Unis. La différence dans le coût du transport rendrait, espérait-on, le coût total équivalent.

Il apparut cependant rapidement[2] que ces principes, trop strictement appliqués, risquaient d'entraîner des prix trop élevés, dépassant notamment la valeur de l'uranium et du plutonium ou les frais de stockage du combustible irradié non retraité.

Un premier projet de contrat-type fut élaboré en liaison étroite avec l'AEEN, notamment avec Jerry Weinstein[3]. Il s'inspirait des dispositions contractuelles en vigueur aux Etats-Unis[4] et fut présenté lors de la réunion du Conseil d'administration du 28 mars 1963. Il fut soumis aux exploitants et aux gouvernements pour avis. On prévoyait initialement de mettre au point et d'utiliser des conteneurs universels appartenant à Eurochemic, loués aux utilisateurs[5]. Cette solution sûre mais très onéreuse dut être rapidement abandonnée en raison de la réduction générale des ambitions pour l'entreprise.

---

1 CA(62)25 du 9 octobre 1962.

2 CA/M(63)1 du 14 mai 1963.

3 CA(63)12 du 6 mars 1963.

4 Témoignage de Pierre Strohl.

5 CA/M(63)3.

La politique de contrats et de prix du retraitement fut en définitive présentée par le Directeur général et approuvée par le Conseil d'administration le 5 mars 1964 [6] : un résumé du contrat-type était annexé.

Eurochemic s'engageait à livrer au client l'uranium et le plutonium, les produits de fission et autres déchets devenant la propriété d'Eurochemic.

La livraison devait se faire dans les conteneurs des exploitants qui seraient approuvés par Eurochemic. Après dissolution, une analyse initiale de conformité du combustible, appelée «détermination d'entrée»[7], aurait lieu. Il fallait qu'elle soit confrontée aux indications que l'exploitant devait obligatoirement transmettre en même temps que le combustible. De même une «détermination de sortie»[8] portant sur la composition des produits finals pourrait se faire en présence d'un représentant du client.

Eurochemic avait le droit de procéder après dissolution à des mélanges entre combustibles, l'obligation de livraison ne portant pas sur des matières identifiées, mais sur des produits définis par leur composition chimique et isotopique, à l'intérieur d'une marge précise. Cette contrainte entraînait la nécessité pour l'usine de procéder au retraitement par lots de combustibles présentant des caractéristiques très proches. Elle contribua ainsi au fractionnement des campagnes d'exploitation de l'usine[9].

La Société s'engageait à livrer 98% des quantités d'uranium et de plutonium déterminées par l'analyse initiale. L'enrichissement de l'uranium livré ne devait pas différer de plus de 0,3% en plus ou en moins de la valeur déterminée à l'entrée. Quant au plutonium, sa composition isotopique serait la même qu'à l'entrée ; le degré de pureté chimique était défini par une annexe au contrat.

Le non-respect par Eurochemic des caractéristiques de la livraison entraînait un ajustement du prix. Il en allait de même pour les retards de livraison, sauf cas fortuit ou de force majeure.

Le contrat-type contenait également des dispositions en cas de difficultés dans l'exécution du contrat, des précisions sur le régime d'assurance et des clauses portant sur les prix et les conditions financières.

Eurochemic se réservait la propriété des déchets, auxquels on attribuait à l'époque une certaine valeur en raison des matières qu'ils contenaient et que l'on pensait pouvoir valoriser en les extrayant[10].

*Le contrat-type de juin 1964*

Tableau 41. **Formules de calcul des prix du retraitement établies en 1964**

| Nature du combustible | Composante du prix n°1 | Composante du prix n°2 | Composante du prix n°3 |
|---|---|---|---|
| Uranium non allié <1,6% d'enrichissement initial et <1% après irradiation, gainage Al ou Mg | Prix du marché de l'uranium naturel | Fraction du prix de rachat du plutonium récupéré | |
| Idem, mais gainage Zr ou acier inox | Prix du marché de l'uranium naturel | Fraction du prix de rachat du plutonium récupéré | Supplément pour perte de capacité et augmentation du volume des effluents |
| Uranium non allié >1,6% d'enrichissement initial et >1% après irradiation, gainage Zr ou acier inox | Prix du retraitement aux Etats-Unis [i.e. pratiqué par NFS], transport non compris, taxes comprises | Fraction du prix de rachat du plutonium récupéré | |
| Autres combustibles | Au cas par cas | | |

La version définitive du contrat-type fut approuvée en juin 1964 et envoyée aux exploitants de réacteurs.

Quatre formules étaient définies pour le calcul des prix, suivant les caractéristiques du combustible. Elles étaient valables pour des quantités allant de 8 à 24 t. Il fallait ajouter un tiers pour des quantités inférieures et calculer un abattement de 20% pour des quantités supérieures.

---

6 CA(64)8 et CA(64)9.

7 Input determination.

8 Output determination.

9 Cf. 3e Partie, chaps. 2 et 3.

10 Le chef de la section Chimie du procédé de la Direction des Recherches, E. Lopez Menchero, envisageait par exemple la récupération du krypton ou de xénon pour des usages industriels. Un des buts de la cellule Janus était la récupération du neptunium, etc. La concentration du programme de recherches sur des objectifs en liaison étroite avec l'activité principale de l'usine fit que ces projets, au demeurant bien flous en ce qui concernait leur coût, restèrent lettre morte.

S'ajoutaient au prix de la prestation des services généraux la prime d'assurance dommages aux combustibles et containeurs ainsi que la rémunération de frais spéciaux.

***Les premiers contrats et le problème des prix***

*Les premiers contrats*

Les premières explorations eurent lieu en 1964, à la demande des exploitants de la centrale de Latina (SIMEA) et des autres réacteurs italiens, ainsi qu'à celle des autorités belges pour le retraitement de BR2.

Des négociations s'engagèrent après l'adoption du contrat-type, avec le CEA pour EL1, 2 et 3. Des contacts furent pris avec RWE pour le réacteur VAK de Kahl, BR3 et Diorit (Würenlingen) pendant l'été 1964 et pendant l'automne avec l'ENEL (pour SENN et SELNI), Halden, BR1 et SENA[11].

L'autorisation de signature du premier contrat fut donnée lors de la réunion du Conseil d'administration du 22 septembre 1964 ; le contrat portait sur 13 t d'uranium contenues dans des combustibles provenant des trois réacteurs français EL1, EL2, EL3, pour un montant d'environ 600 000 $. La livraison devait se faire avant la fin du premier trimestre 1965. Le contrat fût en définitive signé au début du mois de décembre 1964 [12]. Il portait sur 9,5 t d'uranium naturel et 7,8 t d'uranium faiblement enrichi. La recette prévue était de 760 000 $.

Tableau 42. **Caractéristiques du premier contrat de retraitement** [13]

| Réacteur | Caractères du combustible | Poids d'uranium contenu (t) | Poids du plutonium à récupérer (kg) | Prix du retraitement($) |
|---|---|---|---|---|
| EL1 | uranium naturel métal, gainage en Al | 2 | négligeable | 20$/kg d'uranium contenu |
| EL2 | uranium naturel métal, gainage magnésium | 5 | négligeable | 20$/kg d'uranium contenu |
| EL3 | alliage uranium-molybdène, faiblement enrichi (1,35 à 1,60 initial), d'origine américaine, gainage Al | 6 | 6 | 47$/Kg uranium contenu + 2,5$/g de plutonium récupéré + supplément pour stockage des déchets, lié à la présence de molybdène |

Le 17 mars 1965 le Conseil d'administration autorisait la conclusion de nouveaux contrats pour 2,5 t d'EDF1, de l'uranium naturel gainé au magnésium, aux mêmes conditions que ci-dessus, pour 2,5 t de BR3, de l'uranium enrichi initialement dans une fourchette allant de 3,7 à 4,4%, avec 6 kg de plutonium à récupérer, enfin de 4 à 5 t de combustible de type MTR de BR2 et HFR, des réacteurs faisant l'objet d'une coopération dans Euratom à Mol et à Petten.

A la fin de 1966, au moment où l'usine entra réellement en production, six organismes avaient signé avec Eurochemic onze contrats, qui portaient en tout sur 54,5 t de combustible, ce qui n'assurait pas même une année de retraitement à pleine charge. Le développement des réacteurs avait été en effet bien plus lent que prévu.

Tableau 43. **Etats des contractants du 1966**

| Organisme | Réacteurs | Nature du combustible | Tonnage |
|---|---|---|---|
| CEA (France) | EL1, 2, 3, EdF1, Triton, Mélusine, Siloe, Cabri, Pégase, Osiris | uranium naturel, LEU et HEU | 27 t |
| CEN Mol (Belgique) | BR3 | LEU | 2,5 t |
| EIR, Würenlingen (Suisse) | Diorit | uranium naturel | 6 t |
| Euratom | HFR, BR2 | HEU | 10 t |
| Nukem (Allemagne) | FRJ1 et autres réacteurs de recherche | HEU | 2 t |
| GfK (Allemagne) | FR2 | uranium naturel. | 7 t |

La position très forte du CEA dans la politique contractuelle d'Eurochemic en ses débuts est à souligner ; elle s'explique d'abord par le fait que la France est alors la première puissance nucléaire du groupe des

[11] Des informations complémentaires sur les réacteurs ayant fait l'objet de contrats de retraitement sont données en annexe, à la fin de la troisième partie.

[12] Entre le 7 et le 11 décembre 1964.

[13] CA(64)29.

actionnaires, ensuite par une politique de retraitement du CEA consistant à utiliser les capacités d'Eurochemic pour retraiter les combustibles irradiés «exotiques», les combustibles irradiés habituels étant destinés aux installations de Marcoule ou de La Hague[14].

*Le problème des prix*

La politique des prix définie en 1964 ne put cependant être tenue du fait de la concurrence entre les prestataires du retraitement. En septembre 1965 le Directeur général de l'entreprise, Rudolf Rometsch, annonçait publiquement que le prix du retraitement se situerait, pour l'uranium légèrement enrichi, entre 20 et 30 $ par kg d'uranium contenu et invoquait la politique de dumping pratiquée par le Royaume-Uni.

Dès 1966 il était reconnu que les prix pratiqués pour les premiers contrats étaient en dessous du prix de revient théorique optimal, c'est-à-dire calculé dans l'hypothèse d'un fonctionnement à pleine capacité [15]. Il aurait fallu un doublement de la capacité pour obtenir la rentabilité financière.

Avant que l'entreprise ne commençât son programme de retraitement il était donc clair que le déficit d'exploitation serait structurel.

La matière première, c'est-à-dire le combustible irradié, commençait cependant à s'accumuler dans la piscine de stockage. Mais pour démarrer l'usine il fallait l'autorisation des autorités belges. La procédure fut longue car au cours de celle-ci furent étudiés et analysés les aspects de la sûreté et de la sécurité de l'entreprise.

**La procédure d'autorisation ; la Commission de Contact avec les autorités belges (CCA) et l'Analyse de Sûreté [16]**

***La Commission de Contact avec les Autorités (CCA)***

Le troisième paragraphe de l'article 6 de la Convention posait comme exception à l'inviolabilité des installations et des archives l'exécution, par les autorités compétentes de l'Etat du siège, «des décisions de justice ou des règles concernant la protection de la santé publique et la prévention des accidents». Ces règles étaient posées en Belgique par le «*Règlement général pour la protection du travail*», approuvé par les Arrêtés royaux du 11 février 1946 et du 22 septembre 1947, maintes fois amendés. Les spécificités des installations nucléaires entraînèrent en particulier une modification en 1965. Les règles concernant la «Protection de la population et des travailleurs contre les dangers des radiations ionisantes» furent élaborées pendant la période de construction d'Eurochemic et fixées par l'Arrêté royal du 28 février 1963. La concomitance entre l'édification de l'usine et la mise en place du cadre légal entraîna une étroite collaboration entre les autorités gouvernementales responsables et la Direction de l'entreprise, avec derrière elle les juristes de l'AEEN. L'interlocuteur belge était Samuel Halter, Directeur général et Chef de cabinet au ministère de la santé publique et de la famille[17], avec qui des contacts avaient été pris dès 1961.

En 1962 fut créée une commission informelle, dite commission de contact avec les autorités (CCA), présidée par Samuel Halter, qui siégea une fois par mois jusqu'en 1967 [18]. Y participaient trois à cinq membres du ministère de la santé publique, trois membres du ministère du travail et des responsables d'Eurochemic, suivant les questions traitées. Des représentants d'Euratom et des Pays-Bas – la frontière est proche – y participèrent également à l'occasion. Les autorités gouvernementales étaient ainsi tenues au courant de l'avancement des travaux et collaborèrent à la mise sur pied du système de sécurité de l'entreprise bien avant que celle-ci ne démarre en actif, ce qui facilita la procédure d'autorisation. Deux exemples significatifs peuvent être donnés.

Dans le système belge, si la responsabilité incombe au «chef d'entreprise», en l'occurrence le Directeur général, un «chef de sécurité» chapeaute la structure de sécurité et peut en cas d'extrême urgence intervenir directement. Eurochemic modifia en conséquence dès 1962 l'organigramme, en rattachant directement le chef de sécurité au Directeur général alors qu'auparavant il était dépendant de la Direction technique.

La CCA aida également la direction à élaborer de manière claire la distribution de l'autorité en cas de crise ; si le responsable est juridiquement le Directeur général, l'autorité était détenue par le Directeur technique et, en son absence, par le «Plant Superintendent» de jour, par le Chef de quart de nuit.

---

[14] UP2 entrait alors en production.

[15] RAE 3 p. 22.

[16] Sources: *Safety Analysis (1965)*, témoignage écrit de R. Rometsch et W. Hunzinger envoyé à l'auteur, Archives du CA et RAE.

[17] Cf. VANDERLINDEN J. dir. (1994).

[18] Elle continua son existence jusqu'en septembre 1983, suivant les besoins. Les Archives de la CCA sont conservées par la Société Belgoprocess.

La fin de la période de construction vit l'élaboration par l'entreprise de l'analyse de sûreté nécessaire pour l'obtention de l'autorisation de démarrage. La CCA servit d'interface entre les deux partenaires pour préparer le document et s'assurer que rien n'y manquait. Elle permit aux autorités belges, pour qui il s'agissait d'une première expérience, d'affiner leurs exigences.

L'analyse des accidents y fut préparée conjointement. Un rapport[19] résumant les mesures de surveillance et de protection de l'environnement présentées dans l'analyse de sûreté fut aussi établi à l'intention des autorités belges, de celles des Pays-Bas et de celles d'Euratom en 1965.

### *L'analyse de sûreté de novembre 1965 et le problème linguistique*

#### *L'élaboration de l'analyse de sûreté*

C'est le chef de sécurité, le Suisse W. Hunzinger, qui fut chargé de rédiger le rapport nécessaire pour l'obtention de l'autorisation de démarrage. Il s'appuya sur les rapports de sécurité préparés depuis avril 1962 par les différentes directions, le personnel du projet et le personnel d'exploitation, en collaboration avec la Section de santé et de sécurité[20].

#### *Rapide présentation du rapport de sûreté*

L'analyse de sûreté, publiée en novembre 1965, comporte trois volumes de textes et un volume de figures. Elle comporte onze sections. Paginée par sections, elle a une épaisseur totale de 15 cm.

Le premier volume contient six sections : "Legal background, Basic Fuel Data and Plant capacity, Site description, Description of the plants buildings, description of the Low Enriched Uranium Process (LEU), description of the Highly Enriched Uranium Process (HEU)".

Le second volume comporte trois sections : "Description of the main equipment, Auxiliary installations of the process buildings, Plant operation". L'accent est, dans la description des installations qui caractérise les deux premiers volumes, bien entendu mis sur les aspects de sûreté ; ainsi la section VII insiste-t-elle sur la manière dont sont envisagés les problèmes de corrosion et les techniques de transfert. La section IX traite de l'organisation et de la formation du personnel, du suivi des matières radioactives, des déchets, des accidents et incidents pendant les opérations[21].

Le troisième volume est quant à lui entièrement consacré aux problèmes généraux de la sûreté, avec deux sections, "Safety aspects of the plant" (X) et "Accident analysis" (XI). La section X s'intéresse surtout à la protection contre les radiations et à son contrôle, ainsi qu'aux dispositifs de protection contre les accidents de criticité. Sont également présentées les quantités attendues d'effluents liquides et gazeux et l'organisation en cas d'accident. La section XI et dernière examine vingt scénarios d'accidents et leurs conséquences, accidents de criticité, explosions chimiques, pertes de matières radioactives. La sélection des accidents décrits est faite sur la base de l'occurrence simultanée de deux problèmes au maximum.

Chaque section du rapport est illustrée de schémas dans le volume des figures. Le rapport constitue ainsi une description complète de l'usine mais aussi des attentes de ses constructeurs.

#### *Le rapport de sûreté, expression du statu quo linguistique*

Le rapport de sûreté fut rédigé avec l'accord du gouvernement belge en langue anglaise, avec une lettre de couverture en néerlandais. Ainsi fut résolu le problème linguistique posé à Eurochemic par la promulgation de la loi belge de 1963 [22].

Emanation de l'OCDE, Eurochemic était en effet , comme l'organisation, de bilinguisme franco-anglais, et les archives de la Société reflètent ce fait. Sur le terrain, la Direction utilisait le français dans ses relations avec les autorités gouvernementales ; le personnel d'encadrement utilisait également surtout le français ; l'anglais était plus courant dans les relations avec le personnel de niveau hiérarchique plus bas, en majorité de recrutement local et donc néerlandophone ; un "Eurochemic-English" se développa donc dans les faits comme langue de communication.

Ce dispositif linguistique, qui était une des conséquences du caractère international de l'entreprise[23], fut contrarié par la loi belge du 2 août 1963 sur l'emploi des langues en matière administrative et par l'application

---

[19] Special Report on the Environmental Monitoring Programme.

[20] RAE 2 p. 51 sq. donne la liste des rapports rédigés d'avril 1962 à mai 1964.

[21] Recording and reporting.

[22] AG(64)8.

stricte qu'en firent bientôt les autorités provinciales, ce qui généra des retards ou des blocages. Suivant cette loi en effet les relations avec les autorités administratives doivent être effectuées dans la langue de la région où est situé le siège d'exploitation, en l'occurrence en néerlandais.

Des charges supplémentaires importantes de traduction des documents risquaient de s'ajouter aux charges normales à un moment difficile. Le Directeur général demanda donc que l'Assemblée générale du 3 juin 1964, par un paragraphe supplémentaire de l'article 33 des statuts relatif aux communications et publications de la Société, affirme le bilinguisme d'Eurochemic et annule donc pour elle les effets de la loi belge ; le Conseil d'administration jugea cette modification inopportune[24] ; le représentant de la Belgique souligna qu'elle serait inefficace car la loi s'impose de toute façon aux autorités belges, et la voie juridique devrait passer par un amendement parlementaire, ce qui ne manquerait pas de soulever des difficultés politiques au moment où se posait par ailleurs le problème de la souscription à la seconde augmentation de capital. Pierre Huet, qui était entré en contact avec le Ministère des affaires étrangères belges, tout en soulignant l'importance du principe, qui remettait en cause le caractère international de la société, considera qu'il fallait avant tout «rechercher avec les autorités belges le meilleur moyen pratique». Le coup de semonce fut efficace et le blocage cessa.

Les deux parties ne posèrent jamais le problème de front et les problèmes furent réglés au cas par cas. Ainsi l'analyse de sûreté, au centre de la procédure d'autorisation, fut-elle rédigée et présentée en anglais, avec une simple lettre de couverture en néerlandais, et les autorités de la province d'Anvers transmirent sans difficultés l'autorisation prise par le gouvernement.

*Le système de sûreté à Eurochemic*

La sûreté nucléaire dépendait de celle de l'équipement et des contrôles en cours d'opération des quantités et de la composition de la matière fissile à traiter[25]. Tous les récipients destinés à contenir des matières fissiles étaient conçus de façon à limiter les risques de formation d'un système critique ; cette sûreté était obtenue, soit par la géométrie de l'appareil, soit par des dispositifs multiples de contrôle, de verrouillage ou d'alarme. Il va sans dire que l'exigence de sûreté fut également un puissant facteur de développement du contrôle-qualité.

En ce qui concernait la sécurité du personnel, l'usine était divisée en quatre zones de contamination[26], classées d'après le niveau probable de radioactivité (Figure 47)[27]. A chacune de ces zones, symbolisées par des couleurs, étaient attachées des procédures de contrôle et des règles de travail particulières. Le système de ventilation était organisé en paliers de dépression croissante, l'air circulant toujours des zones vertes vers les zones rouges.

La zone verte comprenait les espaces inactifs et normalement exempts de toute contamination. La jaune contenait des équipements normalement inactifs, mais qui pouvaient être contaminés, comme le corridor des vannes et le corridor des transmissions. La zone orange regroupait des régions normalement inactives où existait un risque constant de contamination. Les opérations y étaient soumises à un contrôle radiologique permanent, comme l'accès aux cellules actives et le corridor d'échantillonnage. Les zones rouges étaient celles où le rayonnement dépassait normalement le seuil de danger et qui pouvaient de surcroît être contaminées. L'accès y était impossible sans décontamination préalable. Il s'agissait dans l'usine des cellules de traitement.

Tous les travailleurs de l'usine portaient des dosimètres et étaient examinés à la fin de la journée de travail. Les contrôles sanitaires étaient renforcés pour les personnels travaillant en zones verte et jaune, des vêtements spéciaux étaient portés en zone orange et on ne pouvait y travailler qu'en équipe d'au moins deux personnes. L'accès à la zone rouge n'était possible que par la zone orange. On n'avait le droit d'y pénétrer qu'avec autorisation expresse de la section de santé et sécurité, pour y accomplir des tâches strictement définies et analysées dans un «permis de travail en zone dangereuse», un Hazardous Work Permit (HWP).

---

23 L'autre caractéristique étant d'abord l'absence de tout système de représentation du personnel, puis l'adoption en 1965 d'un «système-maison» sans aucune relation toutefois avec les structures syndicales belges. Ce dispositif demeura en vigueur jusqu'au début des années soixante-dix.

24 CA/M(64)3.

25 Sur les aspects de la comptabilité des matières fissiles et ses conséquences en matière de contrôle international de sécurité, voir 3e Partie, chap. 4.

26 RAE 1, p. 278-290.

27 Le Figure 47 donne la répartition de ces zones aux premier et second étages de l'usine. Le Figure 48 montre la disposition des différents détecteurs de radiations.

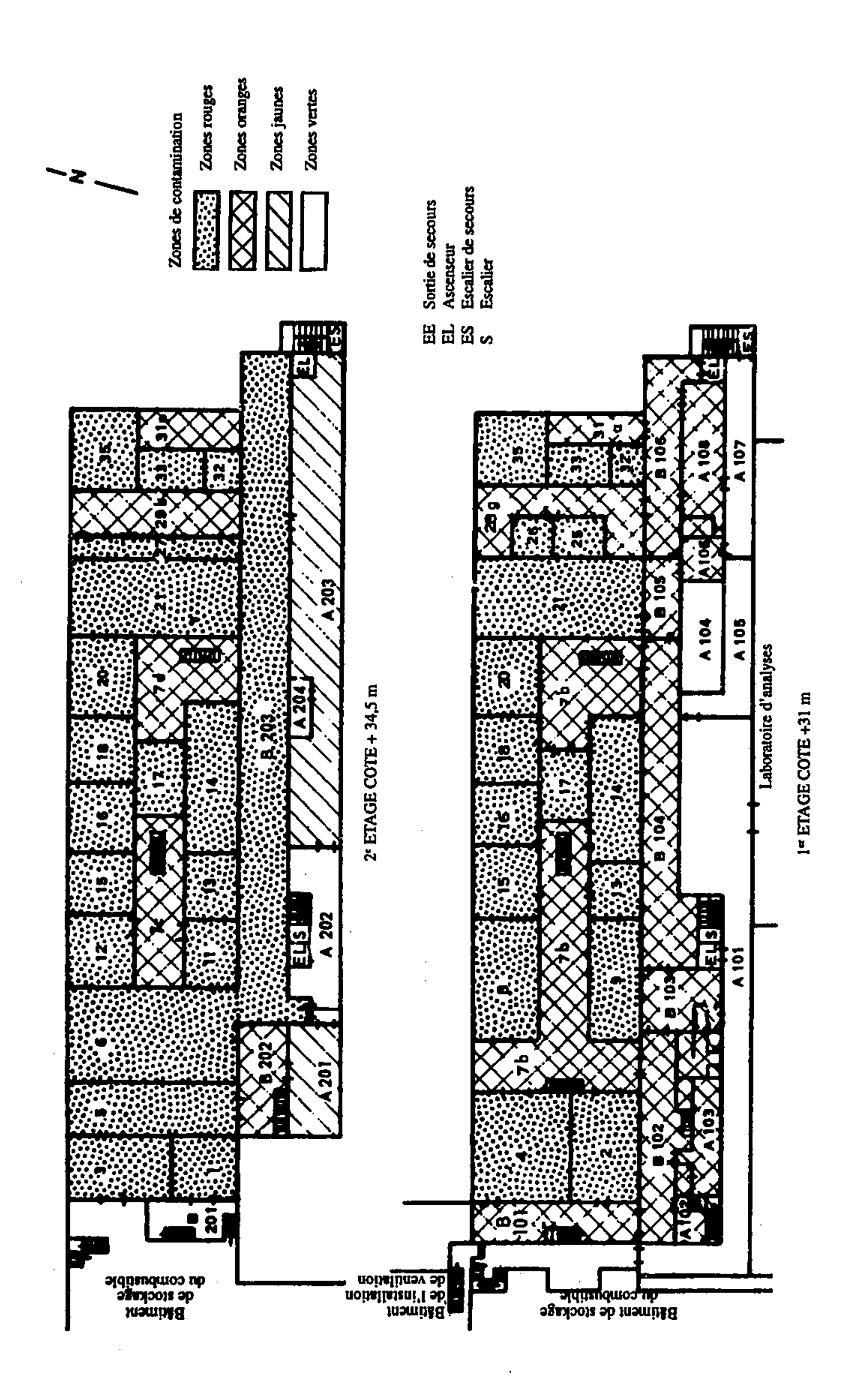



**Figure 47.** Principe de distribution des quatres zones de contamination aux premier et second étages du bâtiment de traitement. (Source: RAE 1, 1963, p. 283.)

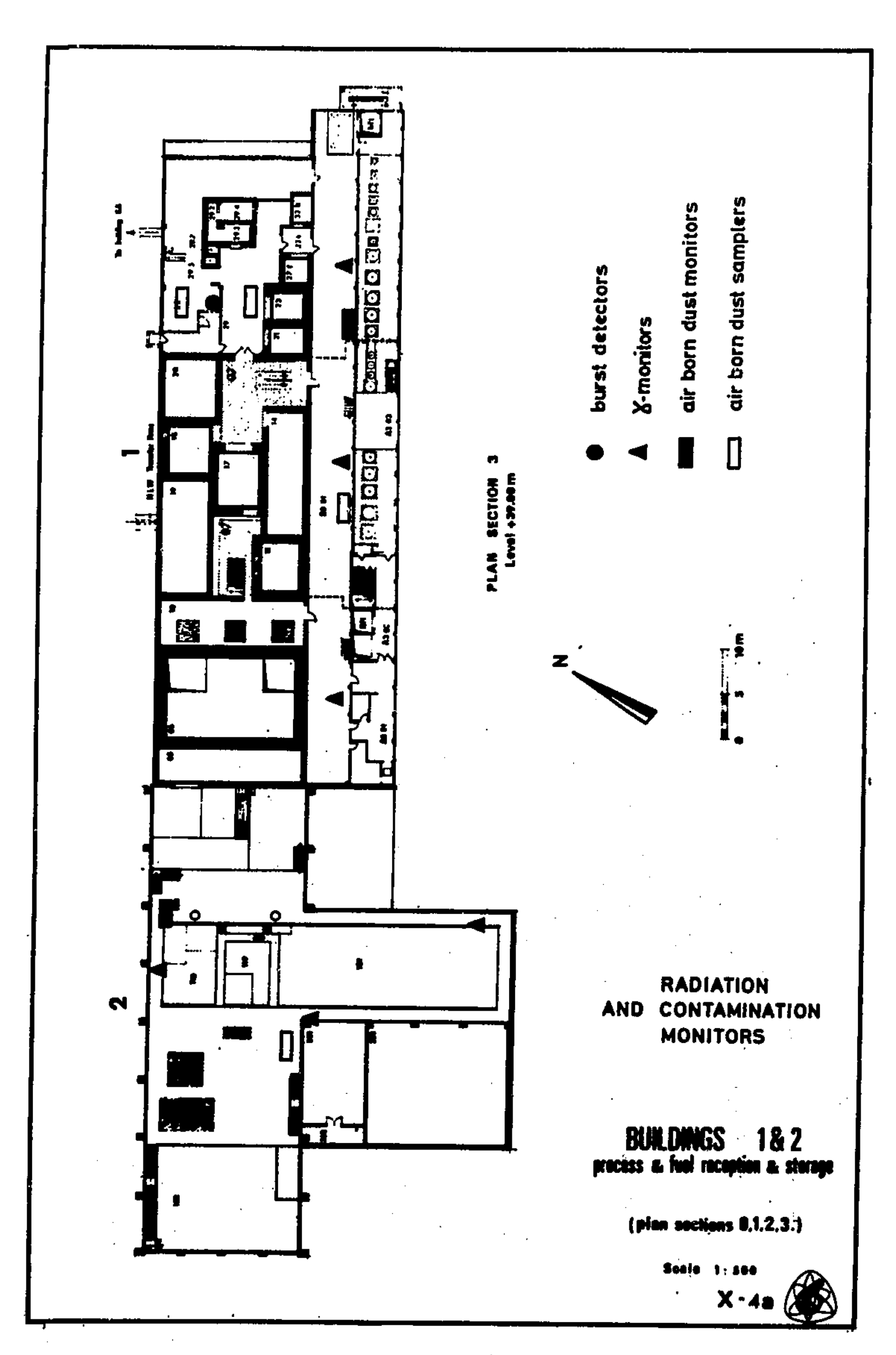



**Figure 48.** Le système de sécurité à l'intérieur des locaux : exemple de la disposition des détecteurs d'explosion, de radiation et de contamination au niveau 39 m des bâtiments 1 et 2. (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, X-4a.)

En cas de crise une organisation spécifique était prévue, commandée à partir d'un quartier général de crise installé dans le bâtiment d'entrée, assez loin donc de d'usine (Figures 49 à 51)[28].

***La double procédure d'autorisation***

La demande d'autorisation fut déposée par Eurochemic le 15 juillet 1965. L'évaluation par les autorités belges prit du temps. C'était en effet la première qu'elle avait à traiter et ni le ministère de la santé publique et de la famille ni celui du travail ne disposaient alors de spécialistes dans le domaine nucléaire.

La procédure de contrôle débouchant sur l'autorisation fut double et mobilisa des experts à deux niveaux, national et international.

*L'évaluation nationale par CORAPRO*

D'une part Eurochemic, comme cela était prévu par la loi belge, choisit parmi les deux organisations existant en Belgique une compagnie de contrôle formée d'anciens employés du CEN responsables des problèmes de santé et sécurité, Contrôle Radio-protection (CORAPRO), qui fut constituée le 8 décembre 1965 [29], et la chargea de procéder à l'évaluation du rapport, évaluation qui fut directement transmise au ministère.

*L'évaluation internationale par Euratom*

D'autre part, sur la demande de Samuel Halter, la Commission d'Euratom mit sur pied un Comité consultatif de sept experts de haut niveau, l' "Advisory Panel on the Safety of Eurochemic", qui se réunit sous la présidence de deux experts américains, E.D. Clayton et J.C.. McBride[30]. Participaient également aux travaux du "Panel" sept membres d'Euratom, quatre représentants du Gouvernement belge, les responsables de la sûreté-sécurité d'Eurochemic – i.e. le Directeur général, le Directeur technique, le chef de sécurité. Au cours des auditions les experts en criticité de la division des services nucléaires de l'entreprise furent également entendus. Des informations complémentaires furent fournies par écrit et des vérifications de calculs effectuées[31].

*Une autorisation tardive et un démarrage sans autorisation formelle*

Le "Panel" formula des recommandations qui, ajoutées aux compléments demandés à la suite de l'inspection CORAPRO par le ministère de la santé en novembre 1966 et février 1967, débouchèrent sur l'autorisation délivrée par l'Arrêté royal du 25 septembre 1968, transmis par les autorités provinciales le 20 novembre 1968. L'article 2 de l'arrêté énumérait 19 conditions à remplir pour que le permis d'exploiter devienne valide.

Dans l'intervalle l'usine avait été inaugurée par le Roi, alors que seule avaient été délivrées les autorisations d'exploitation du Laboratoire de Recherches et de la conduite d'effluents vers le CEN[32].

Le Directeur général assuma donc de juillet 1966 à novembre 1968 la responsabilité de faire tourner une entreprise dont le permis était en train d'être examiné. Cela lui valut quelques angoisses puisqu'il aurait été personnellement responsable en cas de problème. Mais, associé depuis le début à la conception et à la construction, Rudolf Rometsch était confiant dans les capacités techniques de l'entreprise à assurer la sûreté et la sécurité à l'intérieur comme à l'extérieur. La procédure de mise en marche avait d'ailleurs montré depuis 1965 que l'usine pouvait fonctionner dans les conditions prévues.

**La mise en marche de l'usine** [33]

***Les principes de départ***

*L'organisation*

Il était prévu que la mise en marche se ferait unité par unité et par succession d'équipes spécialisées, suivant une «organisation verticale», calquée sur les étapes du procédé dans ses différents aspects. Furent ainsi

---

[28] Le système de contrôle était complété par un système de surveillance externe des émissions gazeuses.

[29] Plus exactement l'Association sans but lucratif (ASBL) Radioprotection créée le 8 décembre prit le 24 janvier 1966 le nom de CORAPRO.

[30] Les autres membres étaient les Allemands F. Baumgärtner et A. Birkhofer, les Italiens P. Giuliano et Simoneta, le Néerlandais W.K.A. Walrave.

[31] Spot checks on calculations.

[32] Déposées en décembre 1963, elle furent accordées par décret royal le 28 janvier 1966.

[33] RAE3, pp. 202 sq.

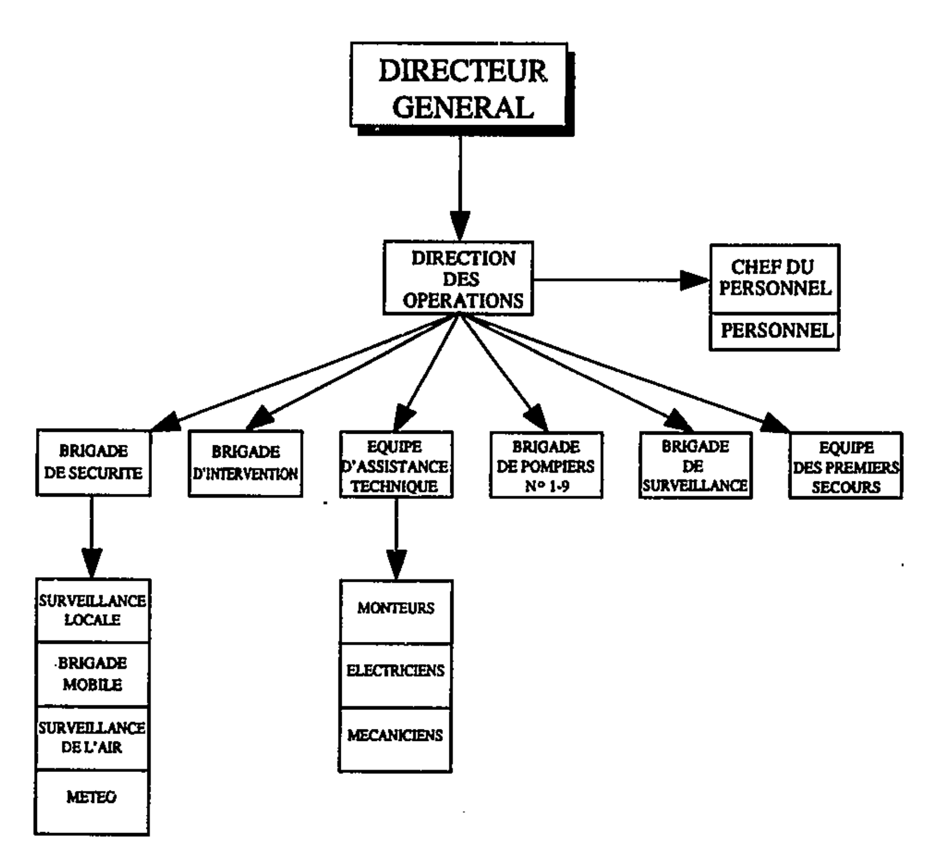



Figure 49. L'organisation de crise dans l'usine. (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, X-9.)

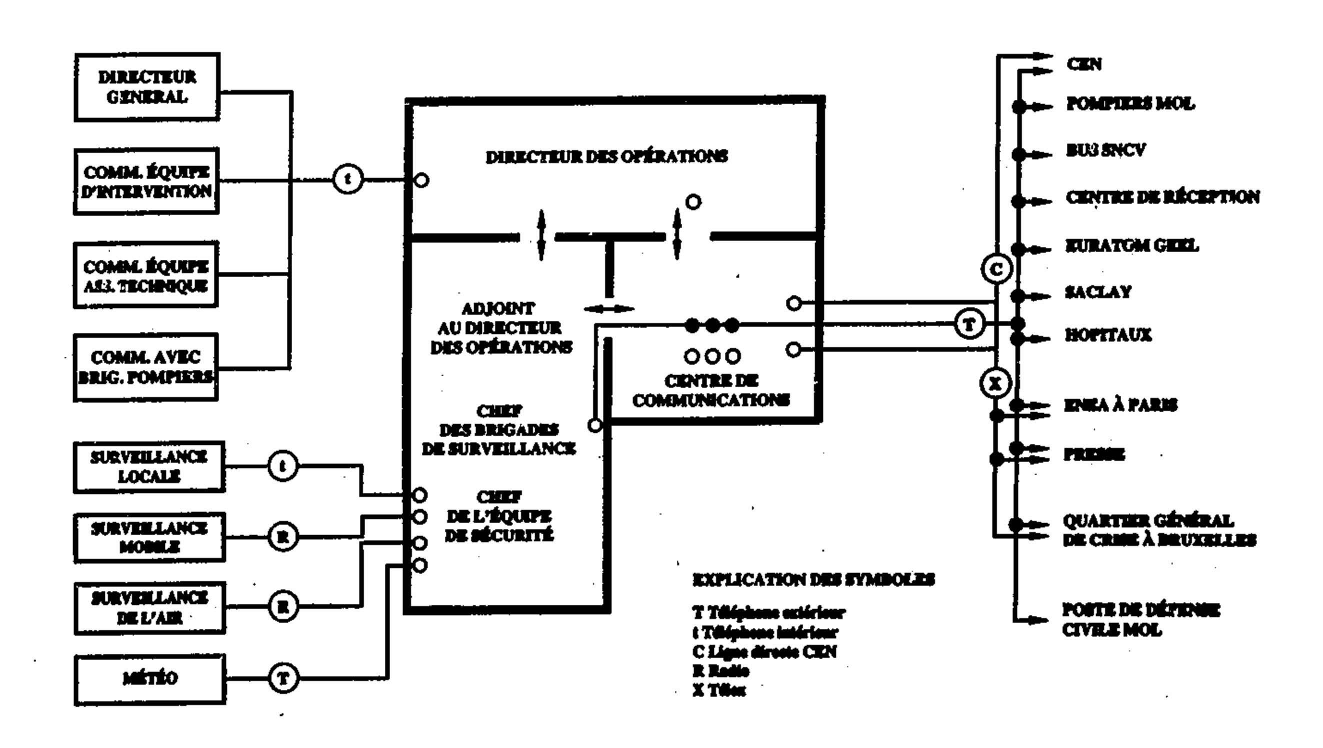



Figure 50. Le système de communications du quartier général de crise, situé dans le bâtiment 16. (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, X-11.)

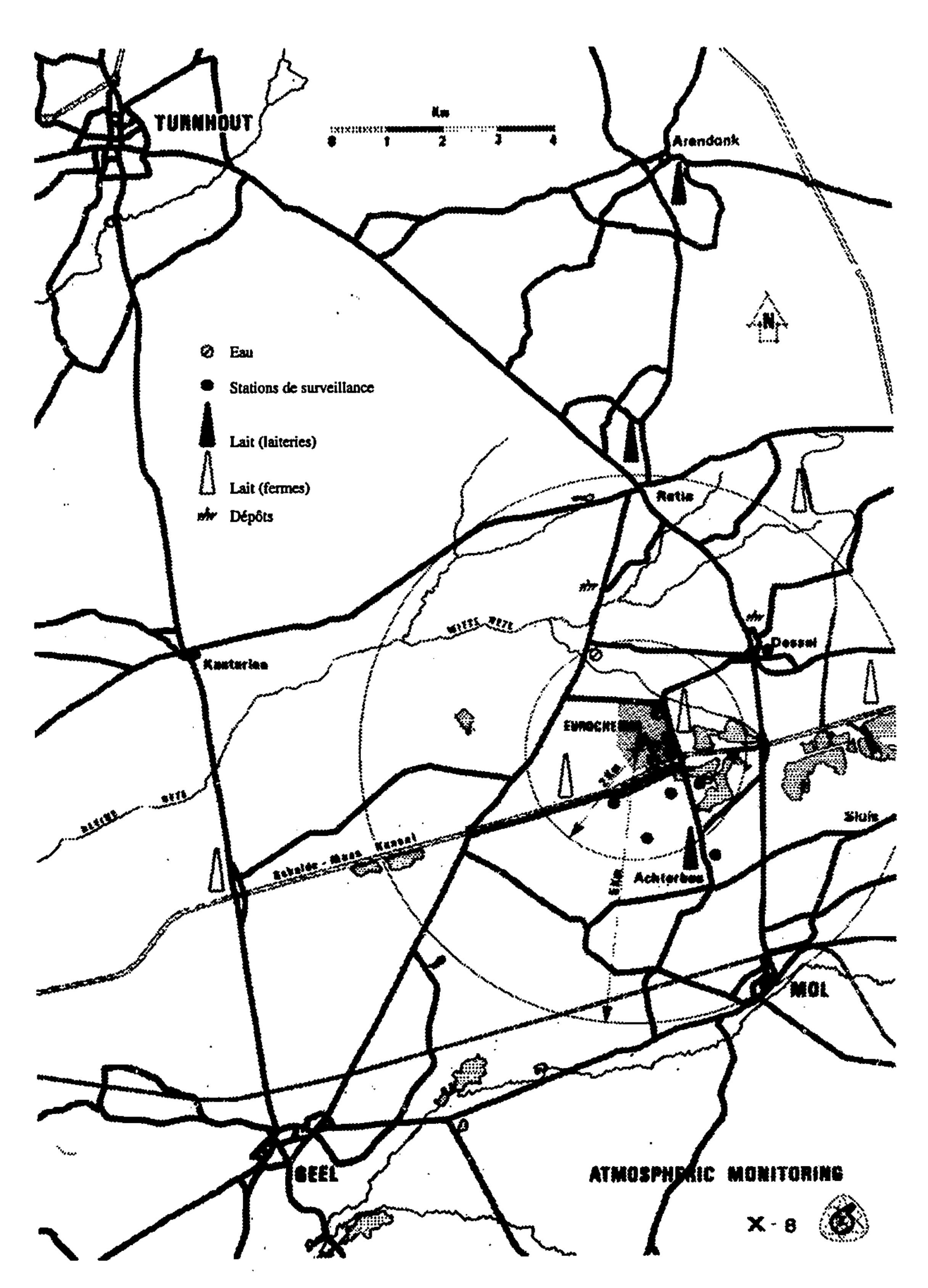



**Figure 51.** Le système de sécurité à l'extérieur des locaux. Surveillance des rejets gazeux. Lieux de prélèvement de l'eau et du lait, disposition des stations de surveillance. (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, X-8.)

constitués au début de cette phase des groupes pour les opérations de dégainage, de dissolution, d'extraction, de purification finale, de récupération de l'acide, d'échantillonnage, etc. Les essais furent standardisés.

Mais, au fur et à mesure de l'avancement des premières vérifications, il apparut qu'une organisation horizontale par types d'inspection – tuyauterie, ventilation, etc. – serait plus efficace en évitant les interférences entre les groupes. Des équipes furent alors formées sous la direction de chefs de groupe, auxquelles le personnel de la Direction des Recherches apporta son assistance technique, aussi bien pour les essais que pour la mise en route de l'équipement.

La gestion du planning de démarrage fut faite par l'ordinateur de Comprimo suivant la méthode des graphes qui avait été utilisée pendant la construction, avec des systèmes de priorité introduits dans le programme au fur et à mesure. La mise en service d'une unité ne devait en effet pas être retardée par les problèmes surgissant dans les autres. Les réparations secondaires occupaient les temps creux du planning ainsi construit.

*Les grandes phases techniques de la mise en marche de l'usine*

La procédure de mise en marche nécessitait les étapes suivantes : un nettoyage de fin de chantier, une série de tests et d'essais s'approchant graduellement des conditions effectives de fonctionnement, enfin les travaux de finition.

Après la réception des travaux avait lieu un nettoyage des cellules, suivi de tests, notamment de contrôle des tuyauteries, à l'occasion desquels les opérateurs posèrent des étiquettes, se familiarisant ainsi avec l'installation. On procédait à l'étalonnage des récipients par remplissage d'eau et à leur calibrage par des méthodes de pesée.

Puis l'usine fut nettoyée de haut en bas à l'eau et si nécessaire à la vapeur ou à l'air comprimé. Eurent lieu ensuite les premiers essais fonctionnels qui permirent de repérer des conduites ouvertes, des tuyaux bouchés ou des effets de siphon non prévus. L'instrumentation fut également contrôlée et une instrumentation complémentaire fut installée lorsque cela apparut nécessaire. Pour les dissolveurs il fut procédé à des essais de chauffage et de refroidissement utilisant la vapeur, l'eau chaude et l'eau froide, par mise en ébullition suivie d'un refroidissement rapide.

L'étape suivante consista en essais chimiques inactifs. Ils se firent par l'emploi d'acide et/ou de solvant, qui achevèrent de nettoyer les tuyauteries, furent suivis d'inspections de corrosion et s'accompagnèrent de déterminations de températures, de pression et de niveaux. Les opérations d'ensemble furent simulées et des incidents intentionnels provoqués pour évaluer les conséquences d'erreurs éventuelles.

Une fois ces essais passés avec succès furent introduites les premières matières nucléaires, en l'occurrence des solutions d'uranium non irradié. Les premiers essais en actif se firent dans les conditions les plus proches de celles du diagramme, avec détermination des efficacités et balances de masse. Des essais d'engorgement furent réalisés, la comptabilité des matières nucléaires fut testée ainsi que les précautions de sécurité radiologique.

Puis furent effectués des essais de rinçage à l'acide ou à l'eau, qui permirent de déterminer les temps d'arrêt et d'avoir une première idée les problèmes éventuels de décontamination.

Enfin eurent lieu les essais de référence avec des éléments combustibles non irradiés qui démontrèrent l'efficacité du procédé pour la récupération de l'uranium. Pour ce faire furent utilisées 2,5 t de combustible EL2 non irradié, en suivant le diagramme LEU.

La mise en marche s'acheva par des travaux de finition, comme le soudage des couvercles et des réservoirs ou l'achèvement des peintures. Les cellules furent alors fermées et les circuits de ventilation équilibrés.

***Le calendrier de la mise en marche et les difficultés rencontrées***

La mise en marche se réalisa sans grand problème dans les parties conventionnelles de l'usine, mais la situation fut plus complexe pour certains équipements spéciaux.

Le calendrier final est présenté sur la Figure 52. La dernière unité achevée fut le troisième dissolveur spécialement conçu pour les assemblages de combustibles des MTR à très haut taux d'enrichissement, dont l'installation avait été décidée en juin 1964 [34]. Entre septembre 1965 et février 1966 eurent lieu la plupart des tests préliminaires avec de l'uranium naturel.

[34] Cf. 2e Partie, chap. 2.

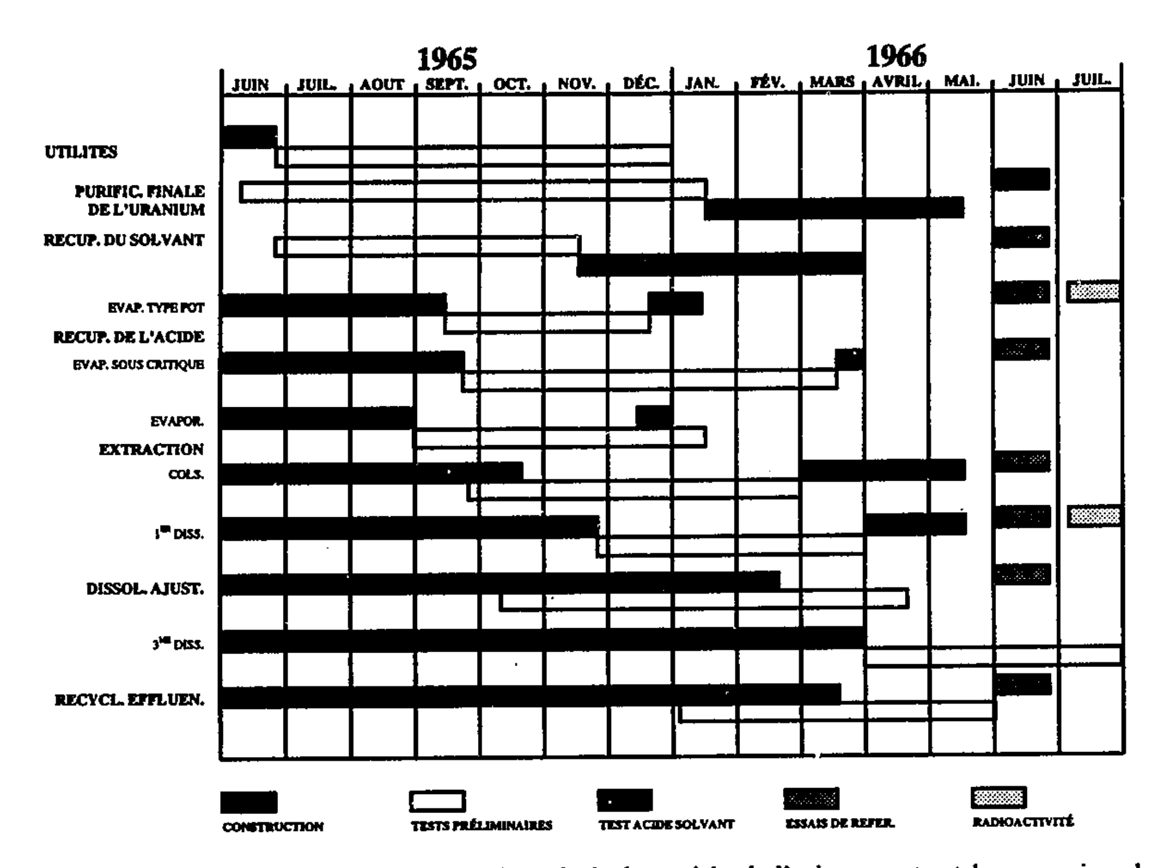



**Figure 52.** Calendrier de réception des principales unités de l'usine, montrant la succession des tests séparant la fin de la construction de l'entrée en actif. Au moment de l'inauguration de l'usine en juillet 1966 ne furent mis en actif que le premier dissolveur et un évaporateur. (Source : RAE 3, 1968, p. 206.)

Ceux-ci confrontèrent pour la première fois les futurs opérateurs avec la radioactivité. Ils occasionnèrent un certain nombre d'incidents mineurs[35]. Au mois de décembre 1965 eurent ainsi lieu cinq incidents lors des tests dans l'usine ; trois débordements de solution à 60 g d'uranium par litre survinrent ; une erreur de calcul de densité entraîna le trop plein d'une solution à 400 g/l ; une fuite se déclara dans un tube de connexion en plastique. Ces problèmes n'entraînèrent pas de contamination humaine, mais amenèrent à revoir les procédures de contrôle et à réexaminer les problèmes de débordement. En juin 1966 eurent lieu la plupart des essais de référence.

Malgré le nettoyage, des déchets de construction demeuraient, bouchant des éjecteurs, encrassant des vannes et des pompes ; cela nécessita dans certains cas un débouchage à l'acide, voire le sectionnement de certaines conduites ; les détritus s'accumulèrent dans l'unité de reconditionnement, bloquant un collecteur. Des tuyauteries installées avec des courbes, des diamètres ou des inclinaisons incorrectes entraînèrent la formation de bouchons d'air, qu'il fallut corriger. Des défauts de soudure furent détectés et durent être corrigés dans des conditions parfois difficiles.

A titre d'exemple de ces difficultés initiales peuvent être présentés les essais sur les colonnes d'extraction[36]. Ils mirent en évidence des problèmes de stabilité des interfaces, qui furent palliés par la mise en place d'un système de contrôle automatique. Les essais de pulsation montrèrent des vibrations anormales et importantes de certains empilements de plateaux perforés, ce qui entraîna la nécessité de les souder sur leur siège après ouverture des colonnes. De la mousse se formait dans les "air-lifts" et il fallut modifier le système. Toutes les autres composantes des colonnes pulsées furent trouvées cependant satisfaisantes. Les simulations d'incident eurent lieu qui permirent de déterminer le temps d'arrêt et de redémarrage des extractions, soit trois ou quatre heures.

---

35 VIEFERS W. (1986), pp. 45-47.

36 RAE 3, p. 204 à 210 détaille les conditions de mise en marche des équipements du procédé. Les colonnes sont traitées p. 207.

Le processus d'apprentissage du retraitement et de ses techniques avait donc déjà commencé bien avant le démarrage de l'usine et les personnels avaient déjà accumulé une certaine expérience lorsque le Roi Baudouin inaugura officiellement l'usine (Figure 53) en conduisant le 7 juillet 1966 le premier chargement de combustible irradié dans le premier dissolveur de l'usine. Ce geste marqua symboliquement le début de la période de retraitement à Eurochemic.

Les caractéristiques techniques de l'installation de retraitement inaugurée en 1966 mettent en évidence son originalité. Celle-ci se mesure par comparaison avec les deux usines antérieurement mises en service qui l'ont le plus inspiré. Dans cette perspective Eurochemic apparaît à la fois comme une usine hybride entre l'approche européenne et la conception américaine et comme une usine unique du fait de sa polyvalence. La présentation des originalités du procédé doit permettre de mieux saisir cette unicité et de mieux comprendre les conditions dans lesquelles s'est très concrètement déroulé le travail de retraitement par la suite.

**Portrait de l'installation de retraitement d'Eurochemic** (Figures 54 à 56)

Pour mieux comprendre l'originalité de l'installation de retraitement, il n'est pas inutile de tenter de la comparer aux deux usines dont elle est «génétiquement» la plus proche : celle qui fut considérée par les ingénieurs d'Eurochemic comme la «grande sœur» de l'usine de Mol, l'Idaho Center Processing Plant (ICPP) (Figure 57), et l'usine de plutonium de Marcoule (Figure 58), construite par SGN sous la maîtrise d'ouvrage du CEA et selon les procédés mis au point par ce dernier.

Marcoule[37] était, lors de son entrée en service, une usine avant tout à but militaire, orientée vers la production de plutonium métallique. Le premier plan quinquennal de 1952 définissait sa capacité en termes de production de plutonium, 50 kg/an, des modifications ayant porté l'objectif de production à 100 kg/an en 1955. Son existence résultait d'un passage très rapide, dicté par l'urgence du programme militaire, du petit pilote de Châtillon à une véritable usine[38]. Si elle permit la production d'une quantité suffisante de plutonium pour fabriquer la bombe qui explosa à Reggane le 13 février 1960, à cette date toutes les installations annexes n'étaient pas encore achevées, comme celles de stockage des produits de fission et de gestion des déchets. D'autre part le système de purification du plutonium et de sa transformation en métal était très largement dérivé des méthodes et procédés de laboratoire. Un nouveau bâtiment, dit Atelier 100, orienté vers la production en continu, devait entrer en fonction en avril 1963 et un bâtiment de dissolution en continu, dit MAR 200, était alors en construction.

La parenté entre Marcoule et Eurochemic vient du fait que les deux usines ont été conçues par la même entreprise d'ingénierie. Leurs buts différaient cependant considérablement.

Par contraste l'ICPP, l'usine d'Idaho Falls[39] était plus ancienne – elle était entrée en fonctionnement en février 1953 – mais c'était comme Eurochemic une «usine de lancement de production»[40], c'est-à-dire un pilote industriel. Il s'agissait au départ d'appliquer le procédé REDOX, utilisé dans la nouvelle usine de plutonium de

---

[37] Sur les débuts du projet de l'usine de plutonium de Marcoule, cf. 1<sup>er</sup> Partie, chap. premier. La comparaison avec Marcoule est fondée sur des documents publiés entre 1956 et 1965 et est centrée sur les procédés utilisés entre la première campagne de 1958-1959 et la fin de l'élaboration de l'usine de Mol en 1961-1963. L'usine de Marcoule a connu de nombreuses transformations et extensions dès ses premières années de fonctionnement. Sources : TARANGER P. (1956), GALLEY R. (1958), le numéro d'*Energie nucléaire* consacré à Marcoule en 1963, avec les articles de ROUVILLE M. de (1963), ALLES A. (1963), JOUANNAUD C. (1963), CURILLON R., COEURE M. (1963), FERNANDEZ N. (1963), RODIER J., ESTOURNEL R., BOUZIGUES H., CHASSANY J. (1963), ainsi que les communications faites lors de la troisième conférence de Genève de 1964, dans ONU (1965); JOUANNAUD C. (1965), FAUGERAS P., CHESNE A. (1965).

[38] M. de Rouville, Directeur du Centre de Marcoule en 1963, évoque l'atmosphère de fébrilité qui y régnait dans ces années sous le nom de «mystique de Marcoule», née «lorsqu'une équipe nombreuse, animée d'un commun enthousiasme, s'unit en vue d'une grande œuvre dans un domaine nouveau, qui, au sein d'une grisante compétition internationale, élève un pays à un niveau de civilisation supérieur, marqué par une victoire sur la nature, dont un nouveau secret arraché permet à l'homme d'asservir une nouvelle puissance». ROUVILLE M. de (1963), p. 216.

[39] Les sources utilisées pour l'ICPP sont USAEC (1955), LEMON R.B., REID D.G. (1956), SCHWENNESEN J.L. (1958), et le rapport de la mission Eurochemic de 1958. L'ICPP fut appelée par la suite ICRP, Idaho Center Reprocessing Plant.

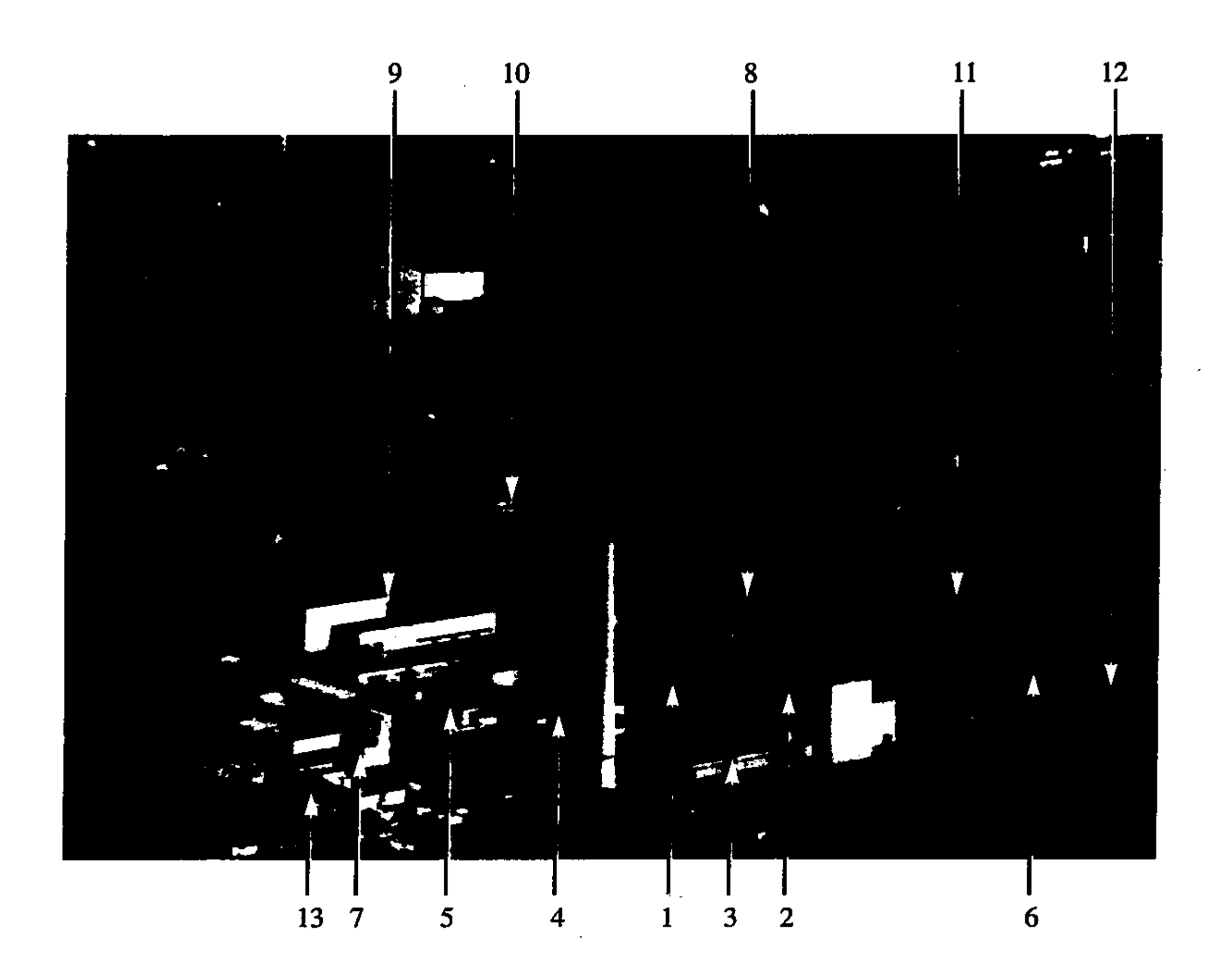
[40] SCHWENNESEN J.L. (1958), p. 332 distingue aux Etats-Unis les usines pilotes, THOREX d'Oak Ridge et PUREX de Hanford , les usines de lancement de production comme l'ICPP, et les usines de production comme l'usine REDOX de Hanford et PUREX de Savannah River.



**Figure 53.** Photographie prise lors de l'inauguration de l'usine le 7 juillet 1966. De droite à gauche: le Roi Baudouin, Rudolf Rometsch, Directeur général de la Société, Einar Saeland, Directeur général de l'AEEN et Walter Schulte-Meermann, Président du Conseil d'administration d'Eurochemic. (Source : RAEEN N°8, 1966, p. 25.)



**Figure 54. Vue générale de l'usine vers la fin de 1964, prise au téléobjectif à partir du toit du bâtiment administratif (N°11). (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)**




1. Bâtiment de traitement principal
2. Bâtiment de réception et de stockage des combustibles
3. Bâtiment de la ventilation
4. Stockage des produits de fission
5. Stockage des produits finals
6. Stockage des liquides inactifs
7. Traitement des effluents
8. Bâtiment des services généraux
9. Laboratoire de recherche
10. Bâtiment de l'administration
11. Atelier de traitement des eaux
12. Stockage des produits solides inactifs
13. Stockage des effluents de moyenne activité

**Figure 55.** Vue aérienne du site, prise vers le Sud-Est en 1965. Au-delà du pont sur le canal Meuse-Escaut, la centrale thermique EBES. Au fond à droite, sur le terrain du CEN, le réacteur BR3. Vue aérienne du site utilisée pour présenter l'usine dans le septième rapport de l'AEEN. (Source : RAEEN N°7, décembre 1965, p. 13.)

1 Bâtiment de retraitement
2 Bâtiment de réception et d'entreposage de combustible
3 Laboratoire d'analyse
4 Bâtiment de ventilation
5 Bâtiment des déchets de haute activité I
6 Entreposage du produit final
7 Entreposage des liquides inactifs
8 Bâtiment du traitement des effluents
9 Bâtiment des service généraux
10 Laboratoire de recherche
11 Bâtiment de l'administration
12 Usine de traitement des eaux
13 Centrale E. B. E. S.
14 Bâtiment d'entreposage des solides inactifs
15 Cantine
16 Pavillon de garde
17 Bassin de sédimentation
18 Puits
19 Réservoir de 200m³
20 Cheminée des effluents gazeux
21 Entreposage des déchets de moyenne activité
22 Entreposage des déchets de haute activité II
23 Stockage des déchets solides

**Figure 56.** Plan général du site en novembre 1965. (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, IV-1.)

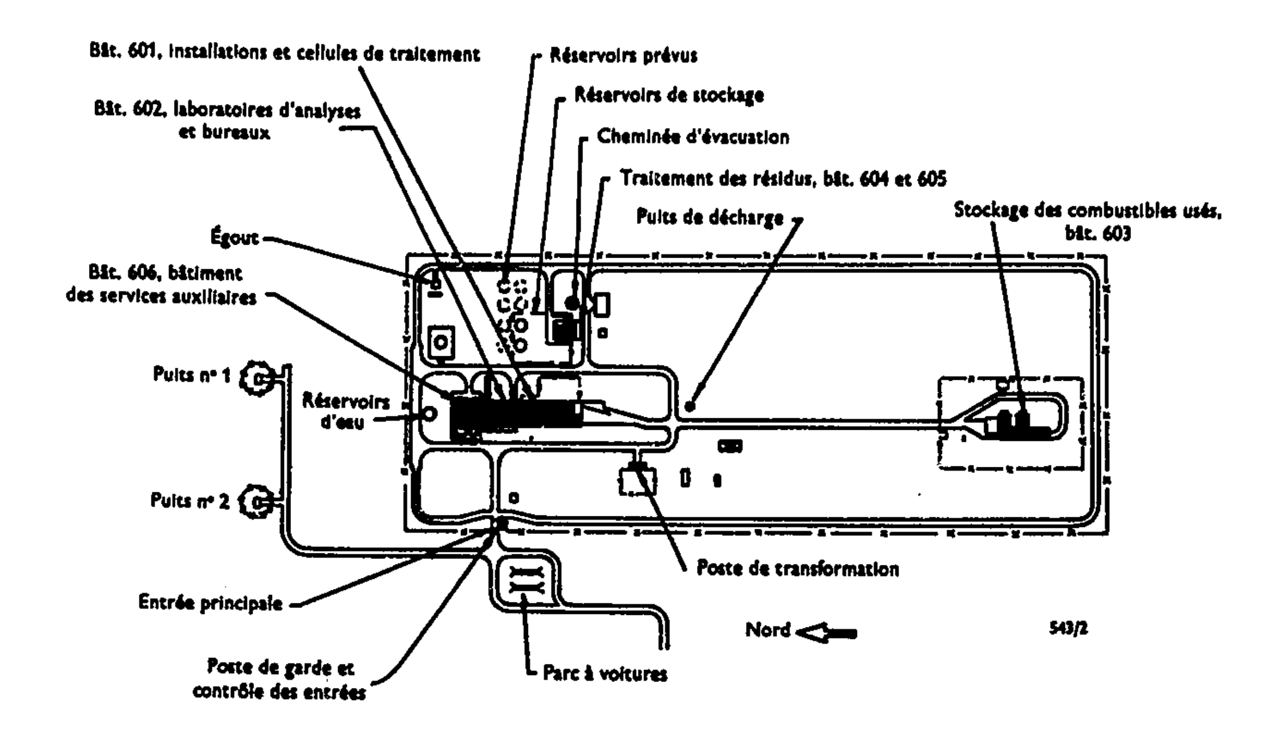



**Figure 57.** Plan de l'installation de retraitement de l'Idaho Center Processing Plant (ICPP) en 1955, soit deux années après sa mise en service. (Source du document en français : LEMON R.B., REID D.G. (1955), p. 615. (Source du document en anglais : USAEC (1955), p. 14.))

Hanford[41], aux éléments combustibles à l'uranium hautement enrichi utilisés dans le MTR (Materials Testing Reactor) de la National Reactor Testing Station d'Idaho Falls. Le but de l'usine était de récupérer, en raison de sa grande valeur tant énergétique que pécuniaire, l'uranium très hautement enrichi qui y était allié à de l'aluminium, dans une gaine du même métal. La capacité annoncée de l'usine était d'une tonne d'uranium par jour.

L'application du procédé avait été mis au point à l'ORNL, qui en avait aussi établi les plans conjointement avec Foster Wheeler C°. La construction avait été réalisée par Bechtel C°, la mise en marche et les débuts de l'exploitation avaient été confiés par contrat par l'USAEC à la firme chimique American Cyanamid Cy de New York. Le contrat d'exploitation avait été par la suite transféré à la Division pour l'énergie atomique de la Phillips Petroleum, qui était gestionnaire du site en 1955. Lors de la visite qu'y fit la mission Eurochemic[42], l'usine avait connu une diversification vers le traitement d'autres types de combustibles par le procédé PUREX, et devait aussi expérimenter le traitement de gaines en zirconium et en acier. Cette possibilité d'évolution avait été prévue dès le départ par la construction de cellules de réserve.

Eurochemic partage avec ses deux parentes un certain nombre de points communs, mais elle possède des caractères très originaux.

### *Trois usines utilisant l'extraction par solvant et fonctionnant en entretien direct*

#### *Extraction par solvant*

Le premier point commun aux trois usines est l'utilisation de méthodes d'extraction par solvant à partir de solutions nitriques. Le solvant était l'hexone et ultérieurement le TBP à l'ICPP, le TBP à Marcoule et à Mol. Ce type d'extraction suppose des moyens de stockage des produits de base, acides, solvant et diluant. Ces moyens étaient concentrés sur des surfaces à l'air libre et préparés dans des zones ad hoc des usines. Le solvant utilisé devait être recyclé, le solvant irrécupérable, dit «solvant usé», devait être entreposé comme déchet.

---

[41] Cf. 1[er] Partie, ch. premier.

[42] Cf. 2[e] Partie, ch. premier.

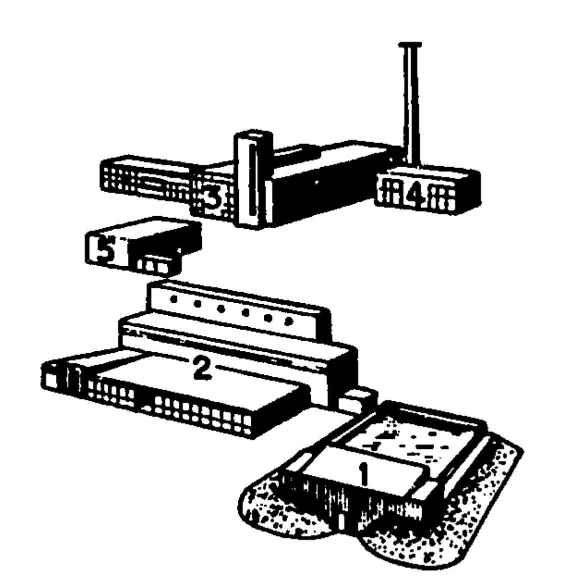



Fig. 1 - Vue d'ensemble de l'usine d'extraction du plutonium
et des installations annexes

1 Piscine de stockage des éléments
2 Atelier de dégainage
3 Usine d'extraction de plutonium
5 Nouvelle unité de purification du plutonium
5 Stockage des produits de fusion

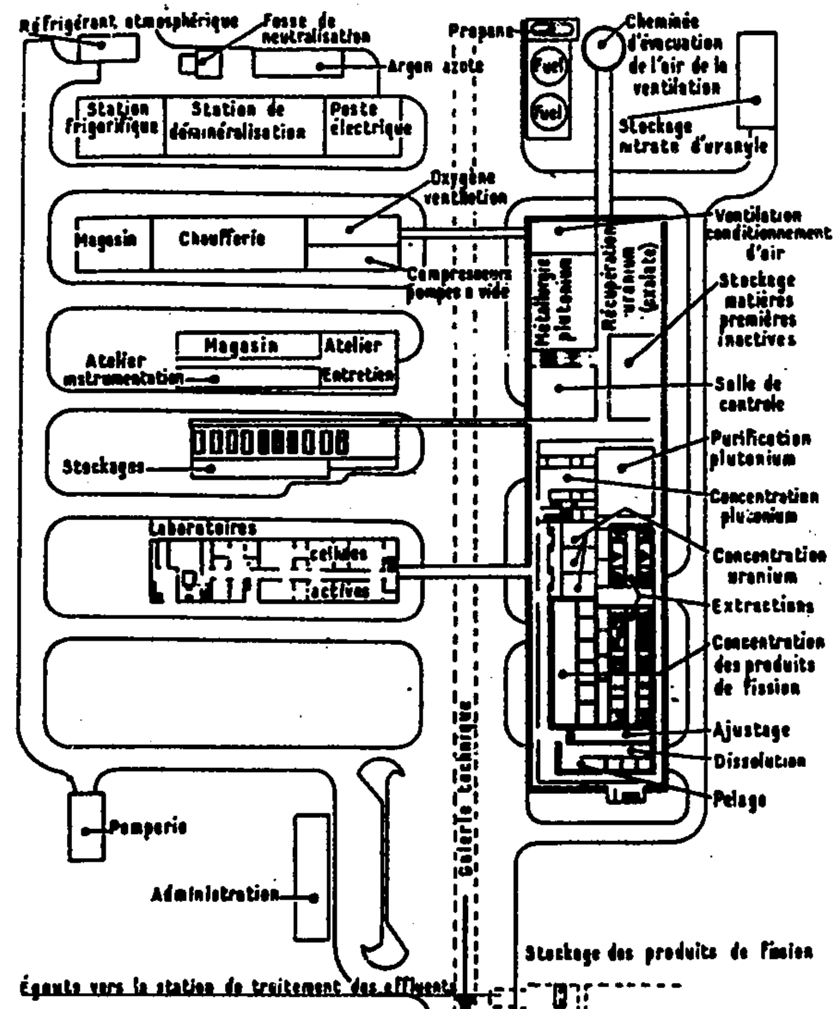



**Figure 58.** Schéma général de la disposition des bâtiments de l'usine de Marcoule et de ses installations annexes. En haut: vue d'ensemble en 1963, schéma accompagnant une photographie du site, dans CURILLON R., COEURE M. (1963), p. 271. En bas: schéma d'implantation de l'usine d'extraction du plutonium en 1958. (Source: GALLEY R. (1958), p. 11.)

*L'entretien direct et ses conséquences*

Les trois usines avaient ensuite en commun d'être à entretien direct. Ce sont les opérateurs qui pénètrent dans l'usine et, en particulier, dans les zones où circulent des matières radioactives, pour procéder aux réparations ou aux modifications. Ce caractère, qui s'oppose à l'entretien télécommandé des premières grandes usines de Hanford, entraîne avec lui plusieurs conséquences.

Des cellules de taille modeste, densément équipées avec du matériel commercial relativement courant

La première conséquence est qu'il est possible d'avoir recours à des équipements similaires dans leur fonction à ceux employés dans l'industrie chimique courante. L'accent était cependant porté sur la réduction au minimum des parties mécaniques ou sujettes à usure. Ces équipements peuvent être de petite taille, contrairement à ce qui se passait à Hanford où la télémanipulation ne pouvait se faire en l'état des techniques d'alors que sur des pièces d'assez grande dimension. L'avantage était de permettre une diminution de la surface et du volume total des cellules bétonnées dans lesquelles était enfermé l'équipement exposé aux radiations.

La nécessité, dans laquelle on se trouvait de décontaminer les cellules pour pouvoir entretenir ou modifier les équipements, militait pour une multiplication de celles-ci et pour leur différenciation[43] suivant la destination. L'accès direct permettait aussi de densifier l'équipement dans les cellules. Il fallait simplement permettre à des hommes de passer entre les tuyauteries, les cuves et les appareillages pour procéder aux réparations ou modifications après décontamination. A l'ICPP existait un système de plate-formes et d'échelles à l'intérieur des cellules. Le bâtiment de traitement d'Eurochemic comportait ainsi 29 cellules de tailles différentes, les plus volumineuses étant celles qui abritaient le matériel d'extraction, des colonnes pulsées de 12 m de hauteur.

La coexistence de zones radioactives et de zones fréquentées usuellement par le personnel nécessite un système sophistiqué de ventilation.

L'accessibilité aux cellules commandait également la présence d'un système très élaboré de ventilation des locaux. La règle suivie dans les trois usines était de créer une dépression entre les zones fréquentées habituellement par les opérateurs et les zones exposées à des radiations, et d'établir une dépression plus importante dans les cuves de procédé.

Il y a historiquement une gradation dans la sophistication. A l'ICPP on distinguait en 1955 deux niveaux (Figure 59), les zones contrôlées étant en dépression de 0,2 *inches* d'eau par rapport à la zone du personnel. A Marcoule (Figure 60) le système était organisé en 1958 suivant trois niveaux, les zones actives ( zone I), semi-actives (zone II) et inactives (zone III). La zone III était en surpression de 5 mm d'eau par rapport à l'extérieur de l'usine, la zone II en dépression de 10 mm par rapport à la zone III et la zone I de 10 mm encore par rapport à la zone II[44].

A Eurochemic le système comportait, comme on l'a vu, quatre niveaux symbolisés par des couleurs (Figures 61 à 63). La zone verte était en surpression, la zone jaune en dépression de 5 mm, la zone orange en dépression de 7 mm, la zone rouge en dépression de 25 mm. L'air qui arrivait en zone rouge après avoir traversé les zones jaune et orange était aspiré vers une batterie de filtres absolus et rejeté après contrôles[45] par une haute cheminée.

Le système de ventilation des zones était complété par un système particulier de ventilation des cuves, en plus forte dépression par rapport aux cellules actives et dotés de systèmes de lavage et de filtration des gaz.

L'importance de la ventilation se marque dans l'architecture des usines par la présence de bâtiments de ventilation et de conditionnement d'air, de batteries de filtres et d'une haute cheminée. Elle suppose aussi une alimentation électrique conséquente.

Le zonage a également des effets sur l'architecture, notamment sur l'organisation de la circulation des hommes dans les locaux.

---

43 Les premières usines de Hanford comportaient des cellules standardisées, puisqu'on les avait construites avant d'avoir défini exactement l'équipement nécessaire. L'entretien à distance à partir des trappes supérieures nécessitait un grand étalement horizontal du matériel. Il fallait donc disposer de surfaces au sol importantes.

44 Les pressions furent rapidement modifiées par la suite, comparer GALLEY R. (1958), p. 14 et CURILLON R., COEURE M. (1965), p. 315.

45 Sur la nature des contrôles et les quantités rejetées, cf. 3ᵉ Partie, chap. 4. A l'ICPP, après le passage par des filtres en fibre de verre les effluents gazeux étaient rejetés, après dilution dans l'air de ventilation des zones inactives, sans dispositif de contrôle. A Marcoule des filtres papier étaient utilisés pour le filtrage des zones actives et semi-actives et, s'il y avait un contrôle de nature des rejets gazeux en 1958, les quantités émises n'étaient pas mesurées.

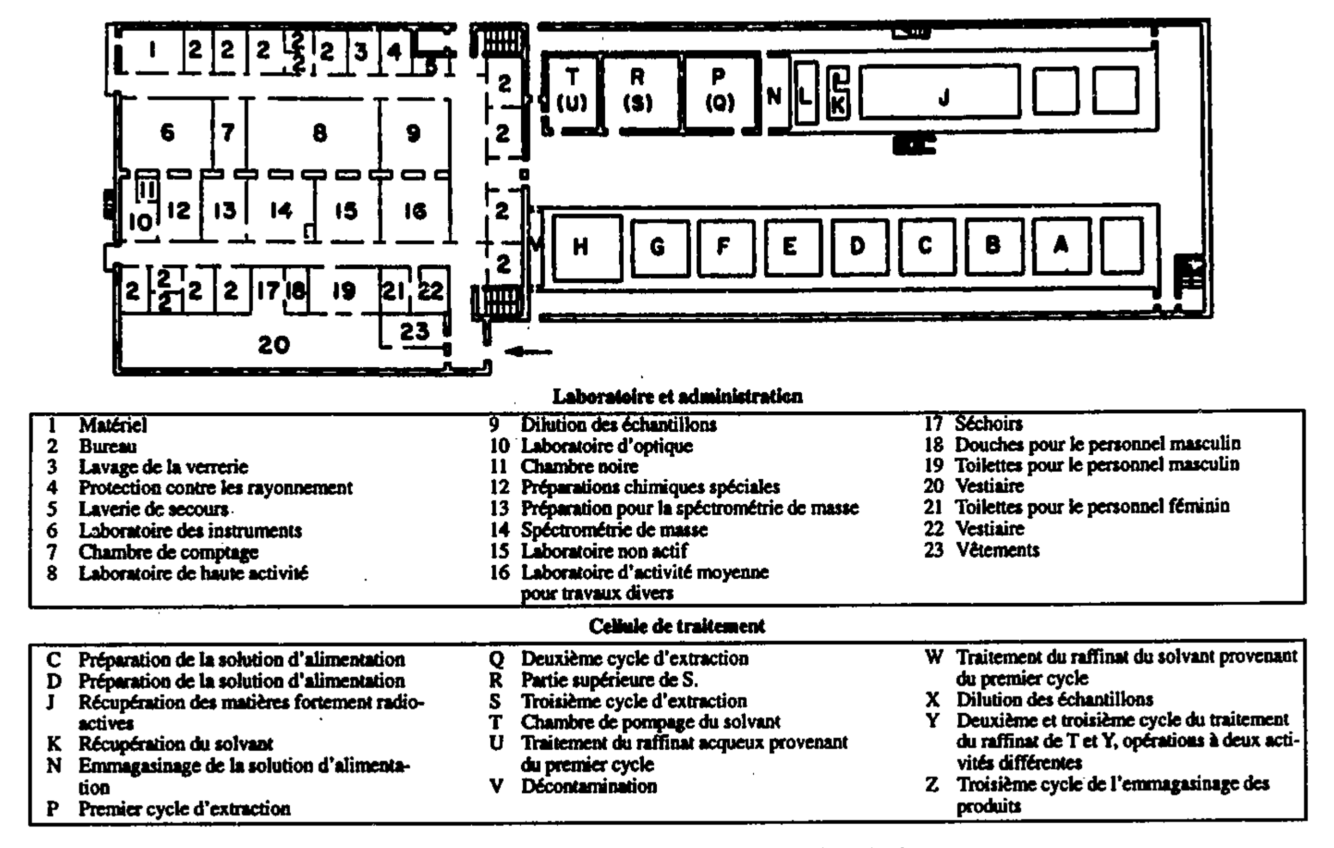



**Figure 59.** Plan du bâtiment de traitement et du laboratoire de l'ICPP en 1955. (Source du document : LEMON R.B., REID D.G. (1955), p. 615.

***Les différences de sites, de taille et d'objectifs expliquent les principales différences entre les trois usines***

*Les sites*

Nature du sous-sol – Usines enterrées ou en surface

La localisation des usines a eu des conséquences importantes sur leur architecture et leur disposition. L'ICPP était édifiée dans un désert, au sein d'un centre de recherche grand comme un département français. Il n'y avait pratiquement pas de contrainte particulière d'environnement à respecter. Le sous-sol permettait d'enterrer les bâtiments, dont les seuls éléments visibles en surface étaient les superstructures en acier et en plexiglas ainsi que des équipements inactifs. Les épais murs de béton des cellules actives avaient été coulés dans le sol, et le système de drainage des fuites aboutissait au point le plus bas, à 55 pieds sous terre (Figure 64).

L'usine de Marcoule se trouvait sur une terrasse alluviale du Rhône, qui repose elle-même sur des marnes. Une partie de l'installation était aussi souterraine, comme la galerie technique de 3 m de large qui cheminait entre le bâtiment de traitement et les installations auxiliaires et qui comportait les canalisations de vapeur, d'air comprimé, de vide, des câbles électriques, mais l'usine elle-même ne l'était pas. Cette galerie comportait en point bas un caniveau pour les eaux pluviales et en point haut les égouts actifs, qui acheminaient les effluents de toute nature vers la station de traitement des effluents située plus près du Rhône. Par la suite, l'Atelier 100 de purification et de transformation du plutonium fut bâti partiellement en sous-sol pour ses parties les plus actives.

L'usine de Mol est, quant à elle, presque totalement édifiée au-dessus du sol sableux, dans la mesure où la nappe phréatique est très proche, à environ 1 mètre de profondeur. La surface où se trouve le bâtiment de traitement avait été exhaussée de 1,5 m, de sorte que le point bas où se trouvaient les caniveaux d'effluents était à peine au dessous du niveau naturel. Seules étaient enterrées certaines canalisations d'effluents de faible activité.

Conséquences de la nature du site sur le système de gestion des effluents

La présence d'un désert permit à l'ICPP de régler avec facilité le problème de ses effluents et de ses déchets. Si les effluents les plus actifs étaient stockés en cuves souterraines sur le site, les autres étaient dilués puis envoyés dans un puits situé sous le niveau de la nappe phréatique. Quant aux déchets solides, ils étaient

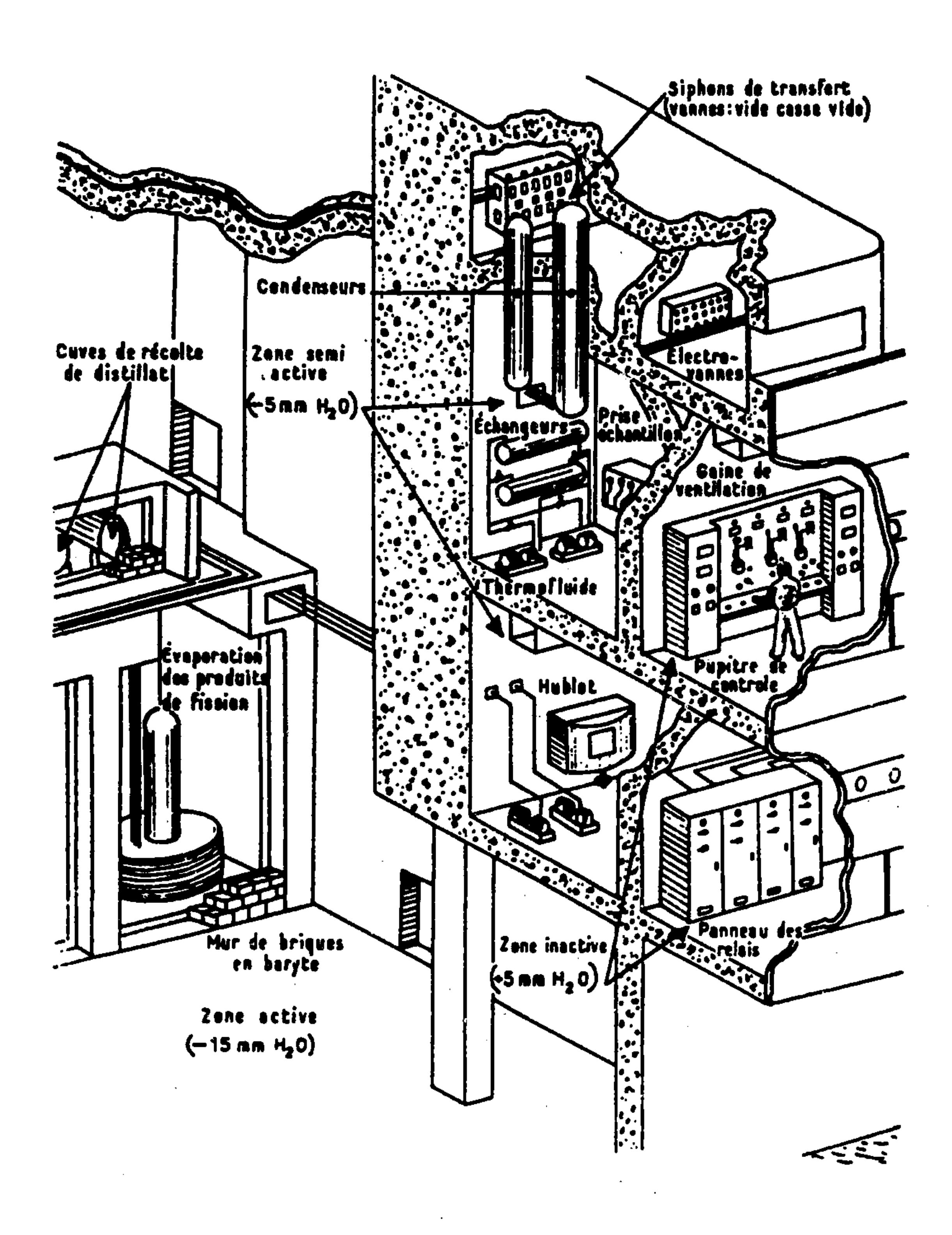



**Figure 60.** Schéma en coupe montrant la disposition des trois zones de l'usine au niveau de l'évaporateur des produits de fission. (Source: GALLEY R. (1958), p. 14.)

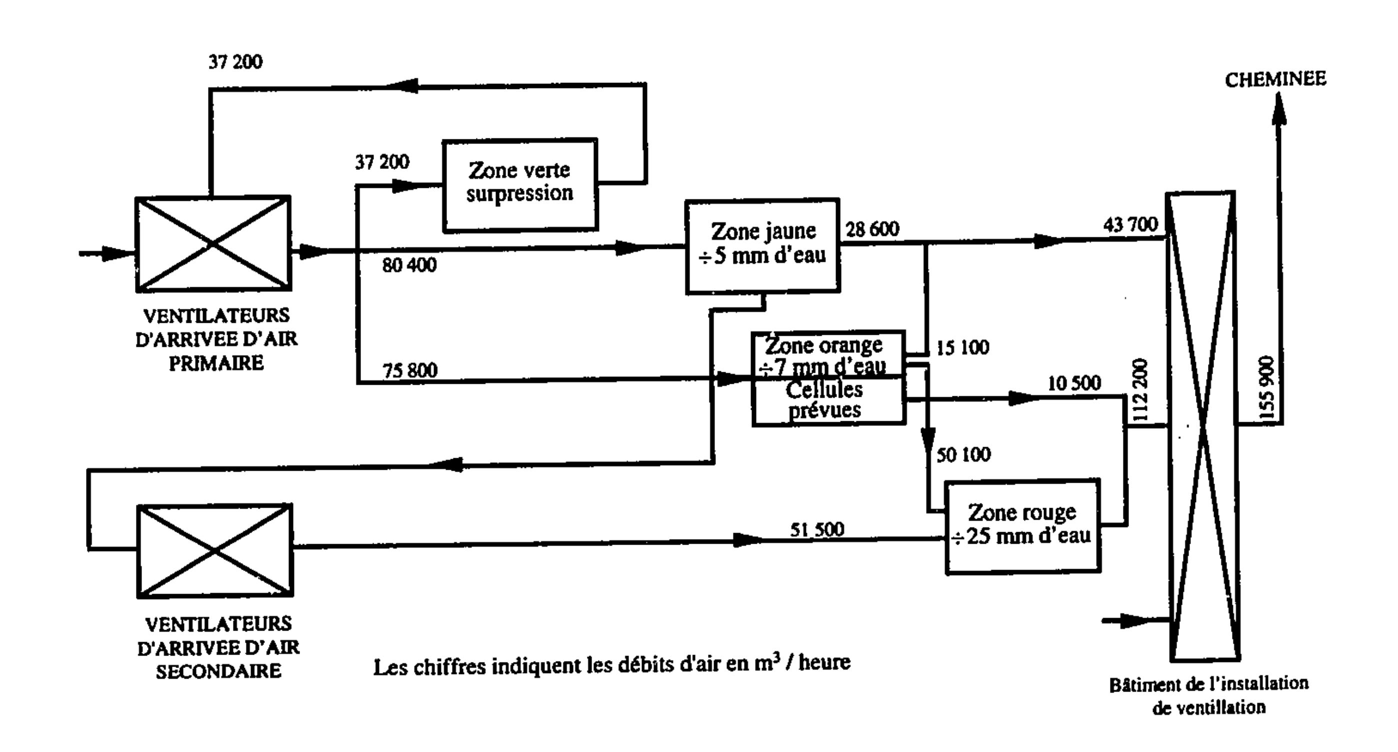



**Figure 61.** Schéma simplifié du système de ventilation des quatre zones de l'usine de traitement. (Source: RAE 1 (1963), p. 315.)

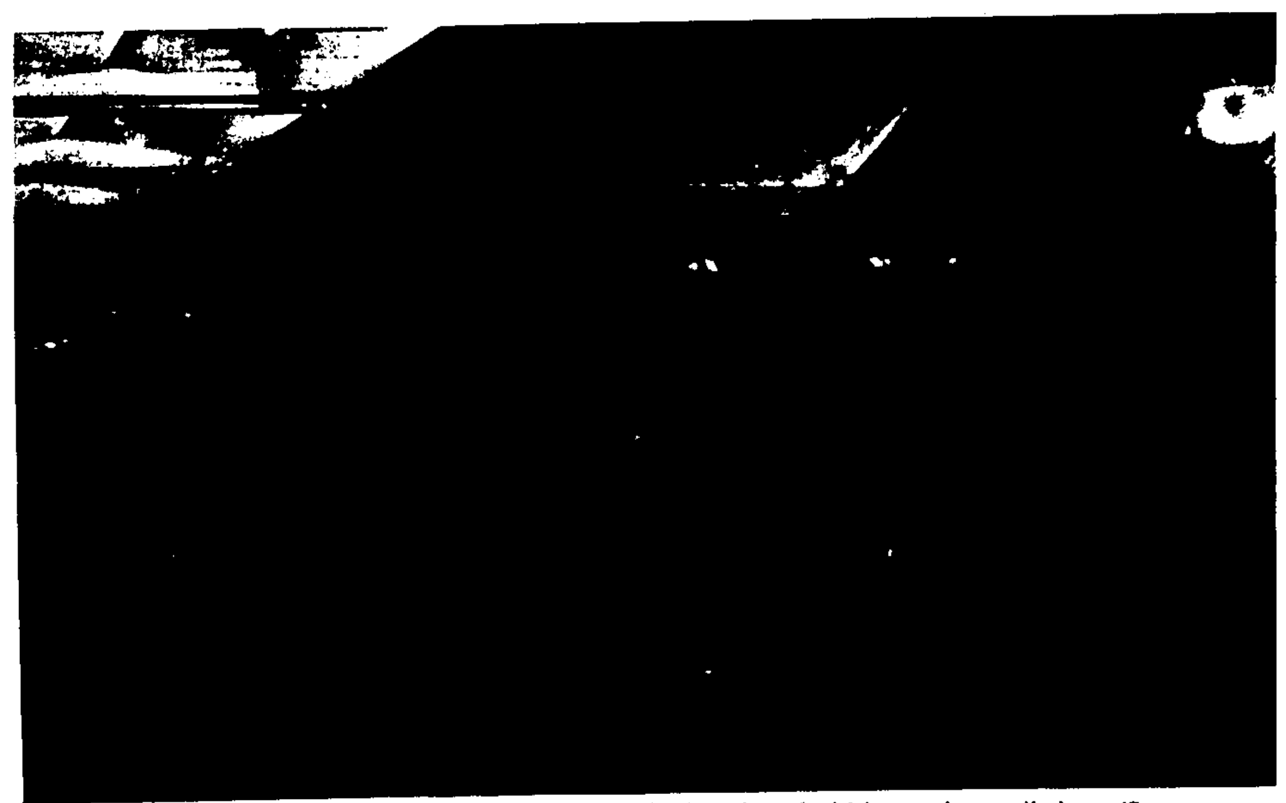


**Figure 62.** Vue de la batterie des filtres absolus dans le bâtiment de ventilation. (Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

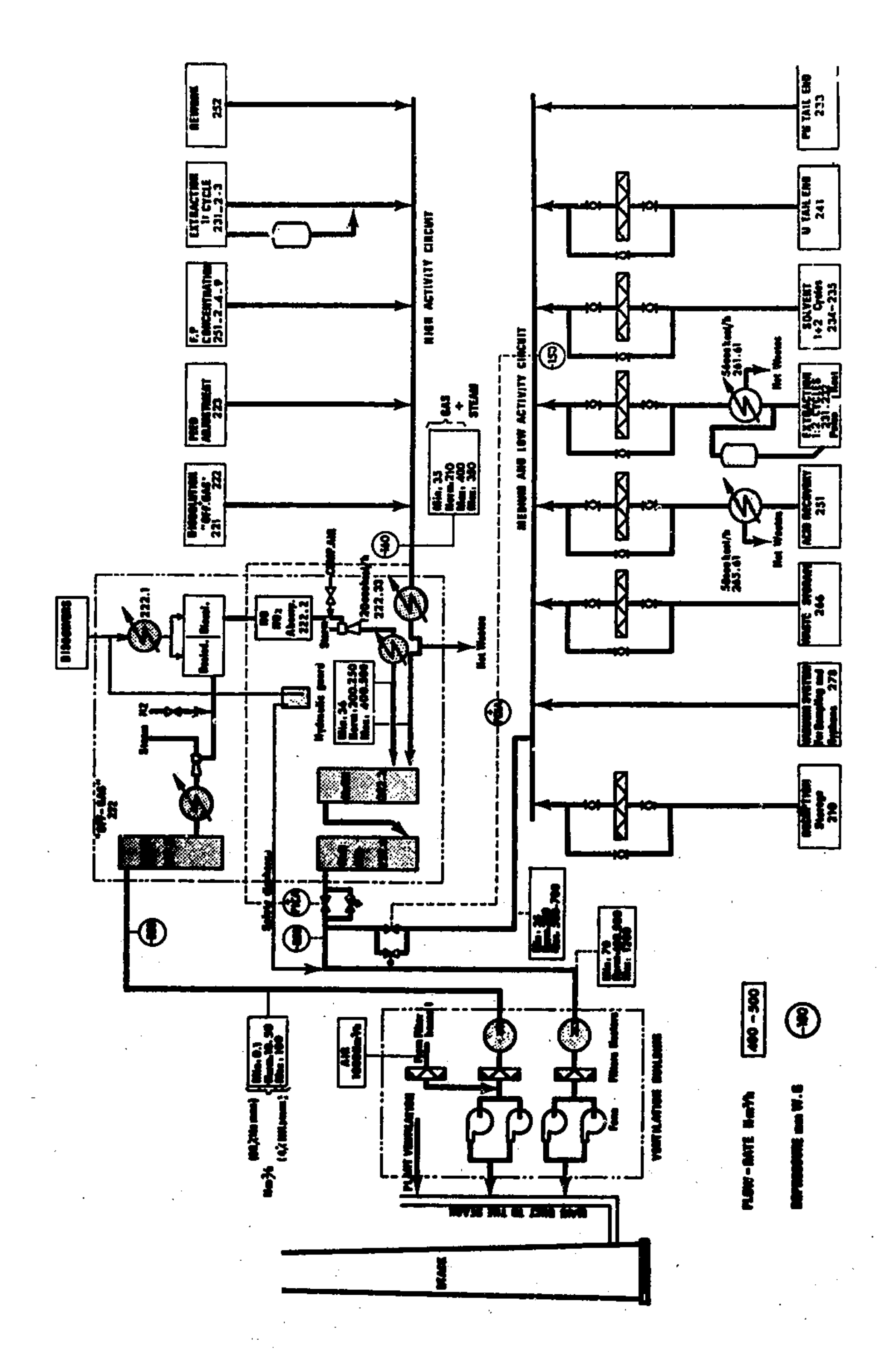



**Figure 63.** Schéma du système de ventilation des cuves de l'usine de traitement. (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, VIII-4.)

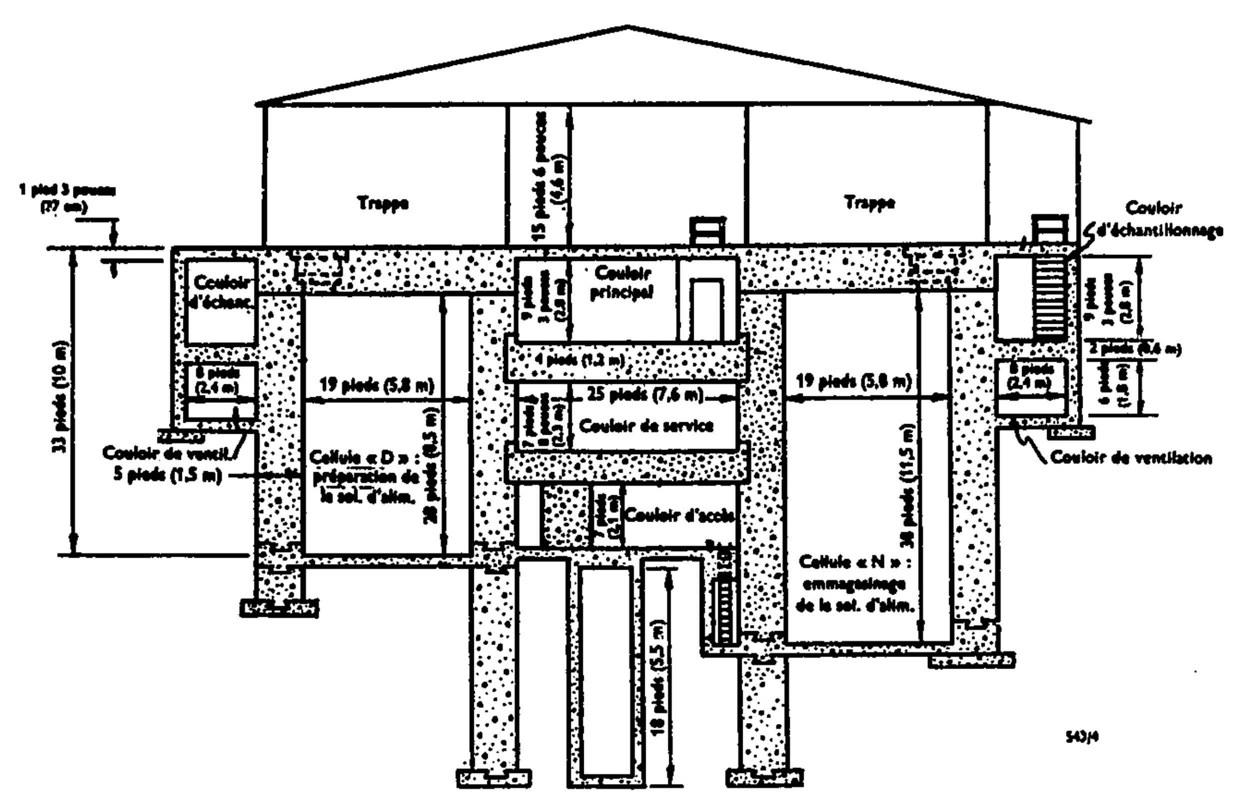



**Figure 64.** Vue en coupe du bâtiment de traitement de l'ICPP, très largement souterrain. (Source du document en français: LEMON R.B., REID D.G. (1955), p. 616. Source du document en anglais: USAEC (1955), p. 19.)

ramassés deux fois par semaine par un camion et envoyés vers un site de conditionnement en conteneurs étanches et d'enfouissement appartenant à l'USAEC[46].

A Marcoule, dans la mesure où le combustible retraité était très peu irradié – une centaine de MWJ/t – en raison de sa destination militaire, le retraitement ne produisait que deux catégories de déchets: des produits de fission de haute activité et des effluents liquides. Le système de gestion des déchets était encore en 1963 en voie de constitution[47]. Les effluents contenant des produits de fission étaient stockés dans des citernes souterraines après réduction de leur acidité par adjonction de formol. Les autres effluents étaient décantés ou floculés dans la station de traitement des effluents. Les boues obtenues étaient stockées dans des fûts métalliques, en attendant le bitumage[48]. Les jus de décantation et de floculation étaient prédilués puis évacués dans le Rhône par des «clarinettes de diffusion» suivant un rythme variant en fonction du débit du fleuve et de l'activité résiduelle. Les déchets solides étaient, soit jetés dans des fosses bétonnées ventilées – cas des gaines de barreaux de combustibles – soit enfûtés.

Le système de traitement des déchets aux débuts d'Eurochemic (Figure65) relevait de la même logique de séparation et de stockage. Les contraintes de rejet dans l'environnement étaient cependant plus fortes du fait de la densité humaine et de l'absence d'un cours d'eau à fort débit. Les effluents de haute activité étaient conservés dans un bâtiment spécialement aménagé, le bâtiment 5, comprenant deux réservoirs de 40 $m^3$ et deux réservoirs de 210 $m^3$. Tous les réservoirs étaient réfrigérés. Les effluents de moyenne et de faible activité étaient évacués vers une station de traitement des effluents située dans le bâtiment 8, qui les séparait ou les concentrait dans deux évaporateurs. Les effluents de moyenne activité étaient dirigés vers un bâtiment de stockage, le n°21, comportant six cuves de 260 $m^3$. Les effluents de faible activité étaient envoyés par une double conduite vers le

46 L'AEC Burial Ground, cf. ONU (1955), p. 43.

47 Les documents consultés antérieurs à 1963 n'évoquent pas le problème de la gestion des déchets. On a donc eu recours à des témoignages oraux.

48 Un pilote de bitumage était expérimenté en 1963. En fait il semble que cette catégorie d'effluents ait été rejetée en mer et non bitumée dans les premières années.

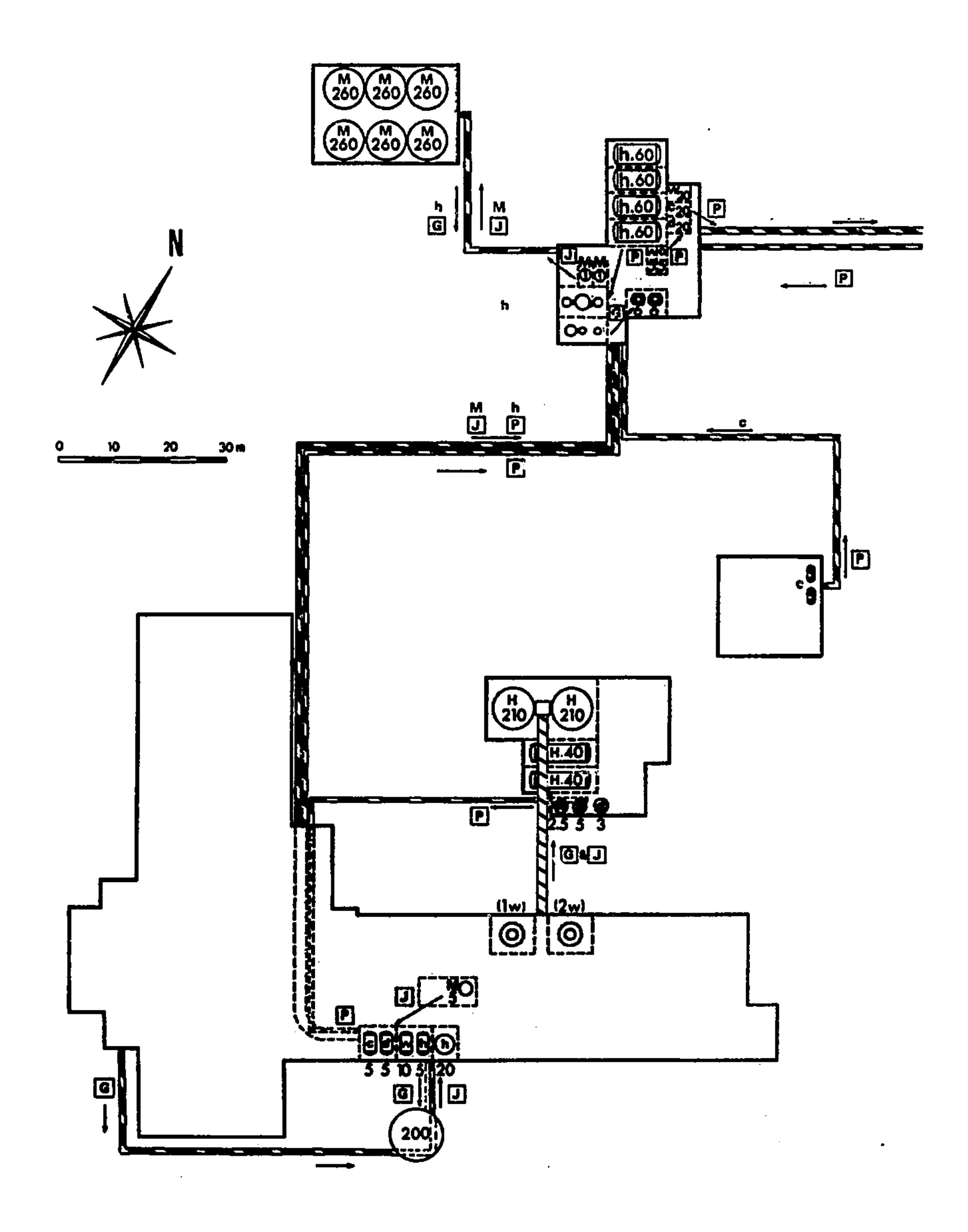


**Figure 65.** Schéma du système de transfert des effluents de l'usine. H : effluents de haute activité; M : effluents de moyenne activité. Les lettres minuscules concernent les effluents de faible activité, chauds (h), tièdes (w), froids (c) et les condensats inactifs (d). Les nombres indiquent les volumes des cuves en m³. (Source : Safety Analysis (1965), Volume des figures, V-16.)

CEN qui les traitait avant de les déverser à une douzaine de kilomètres au Sud, dans la Molse Nethe, où le centre belge disposait d'une autorisation de rejet.

La nature du procédé semblait limiter les déchets solides aux seuls déchets de faible activité résultant des opérations de décontamination. Ceux-ci devaient être transférés vers le CEN pour enfûtage et stockage, en attendant que soit possible leur immersion dans l'océan, dans le cadre d'un programme européen en projet à l'AEEN/OCDE depuis 1964 [49].

*Eurochemic, une usine de petite taille, compacte et très intégrée*

La taille modeste de l'usine par rapport à celle de Marcoule peut contribuer à expliquer le caractère relativement compact des installations de Mol.

Un même ensemble de bâtiments (1 à 4) regroupe en effet l'usine de traitement, le bloc de réception, de décontamination des châteaux et de stockage du combustible, le laboratoire analytique et le système de ventilation[50]. Le bâtiment de traitement est à peu près de la même taille que celui de l'ICPP (90m x 30m), mais sa longueur ne représente qu'environ la moitié de celui de Marcoule (160 m x 37 m). Il est cependant plus haut, 30 m contre 19 m, si l'on ne tient pas compte à Marcoule de la tour de siphonnage[51]. La différence dans le développement en surface vient du matériel d'extraction à fort développement vertical et de l'absence de parties souterraines.

La forte intégration des bâtiments de procédé évite les trop grandes longueurs de transfert, donc diminue les risques liés aux ruptures de charge dans le transport des matières radioactives.

La compacité de l'usine est aussi illustrée par la répartition intérieure des espaces dans l'usine de traitement. A l'ICPP un couloir central dessert les cellules, ce qui est économique en espace mais risqué en termes de sécurité. A Marcoule les zones inactives sont périphériques par rapport aux zones actives, ce qui constitue la meilleure solution, mais aussi la plus coûteuse. A Mol (Figures 66 à 68) les premières se développent sur sept étages qui donnent sur la façade Sud du bâtiment de traitement, les secondes étant regroupées le long de la façade Nord. A cette répartition interne au bâtiment de traitement répond d'ailleurs sur le site la disposition générale des bâtiments, inactifs au Sud, à proximité du canal Meuse-Escaut, actifs au Nord.

Mais les différences fondamentales entre les trois usines proviennent surtout de leur destination, la production militaire pour Marcoule[52], un pilote industriel pour l'ICPP[53], l'association d'un laboratoire de recherche et d'un pilote industriel pour Eurochemic.

*Une synergie laboratoire-usine*

La présence sur le même site d'un laboratoire de recherches spécialisé dans le retraitement et d'une usine polyvalente devait créer des synergies nouvelles à Eurochemic.

Eurochemic associe une usine-pilote et un laboratoire de recherches en raison de la double vocation de l'entreprise.

Le rôle du laboratoire de R&D dans la mise au point du procédé a déjà été présenté. Il s'agissait de mettre au point et d'expérimenter en vraie grandeur dans le hall-pilote des éléments dont on prévoyait l'installation dans l'usine. La même fonction lui était dévolue pour l'avenir, dans la mesure où l'usine devait pouvoir s'adapter aux caractéristiques des nouveaux combustibles, en raison de ce qui constituait peut-être l'originalité technique la plus profonde de l'usine, sa polyvalence.

---

49 Sur la politique de gestion des déchets, cf. 3[e] Partie, chap. 4.

50 L'ICPP associe également le laboratoire analytique et le bâtiment de traitement. Mais la réception des combustibles se fait à plus d'un kilomètre au Sud de l'usine de traitement et le combustible est acheminé par camion. A Marcoule, la disposition des bâtiments annexes au traitement se fait perpendiculairement à l'usine, au-delà de la galerie technique souterraine. Ainsi le laboratoire analytique est-il distinct de l'usine et relié à cette dernière par une simple passerelle où cheminent les échantillons. L'installation de stockage du combustible est située près du réacteur G1, et non près de l'usine.

51 L'essentiel des transferts de liquide se réalisait dans l'usine française par siphons, alors qu'à l'ICPP et à Mol cela se faisait par air-lifts. Il fallait donc un dispositif du genre «château d'eau» à Marcoule là où l'on employait des compresseurs à l'ICPP et à Mol.

52 L'impératif productif militaire se marque par exemple par le doublement voire le triplement des équipements dans l'usine, afin que les pannes éventuelles n'interrompent pas le programme de production du plutonium.

53 La R&D était faite à Oak Ridge.

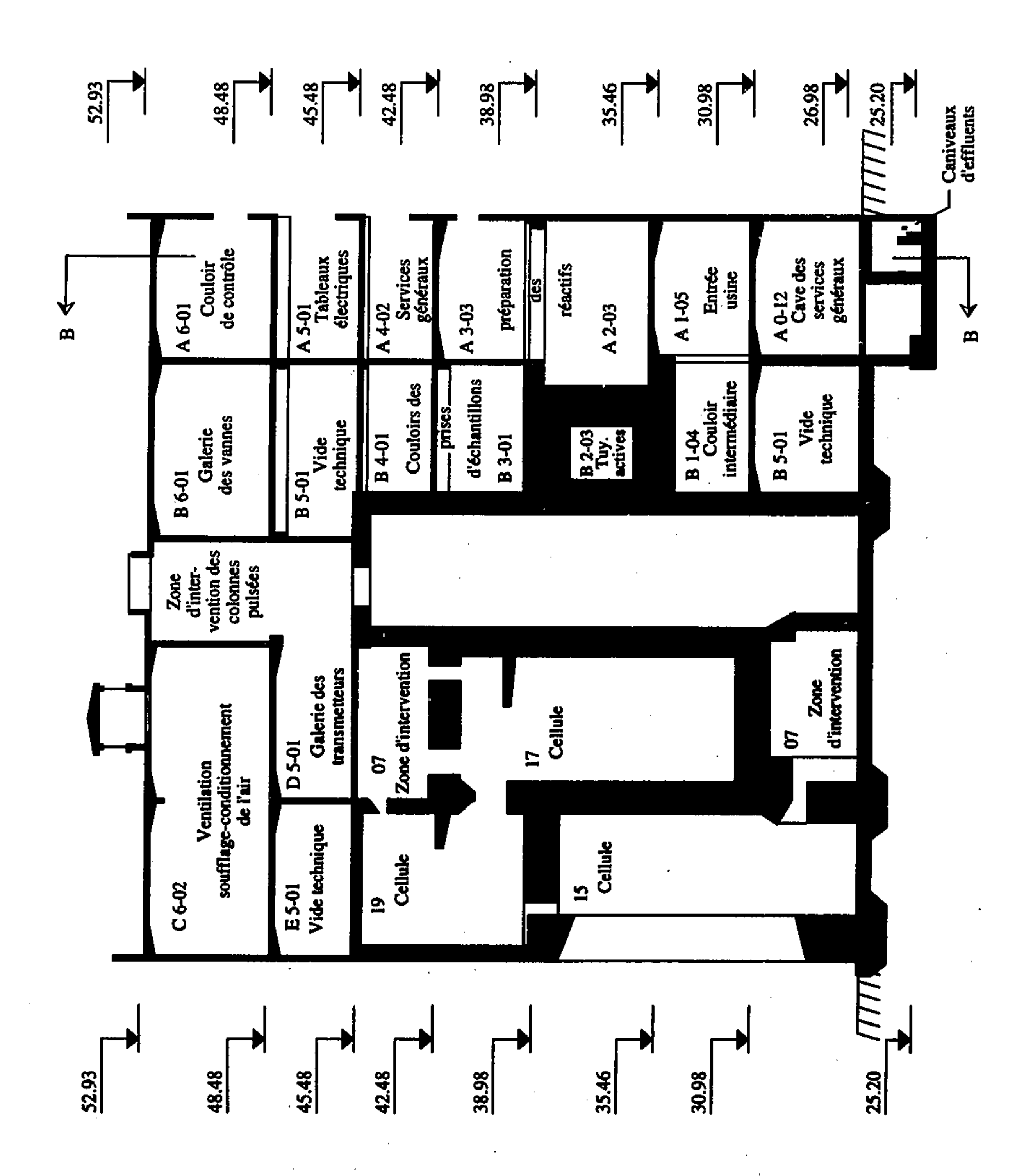



**Figure 66.** Coupe transversale en élévation du bâtiment principal de l'usine chimique, mettant en évidence la distribution asymétrique des cellules actives et des couloirs de service. A droite de la figure, la façade Sud. (Source : ENB N°13, mars 1965, figure 2.)

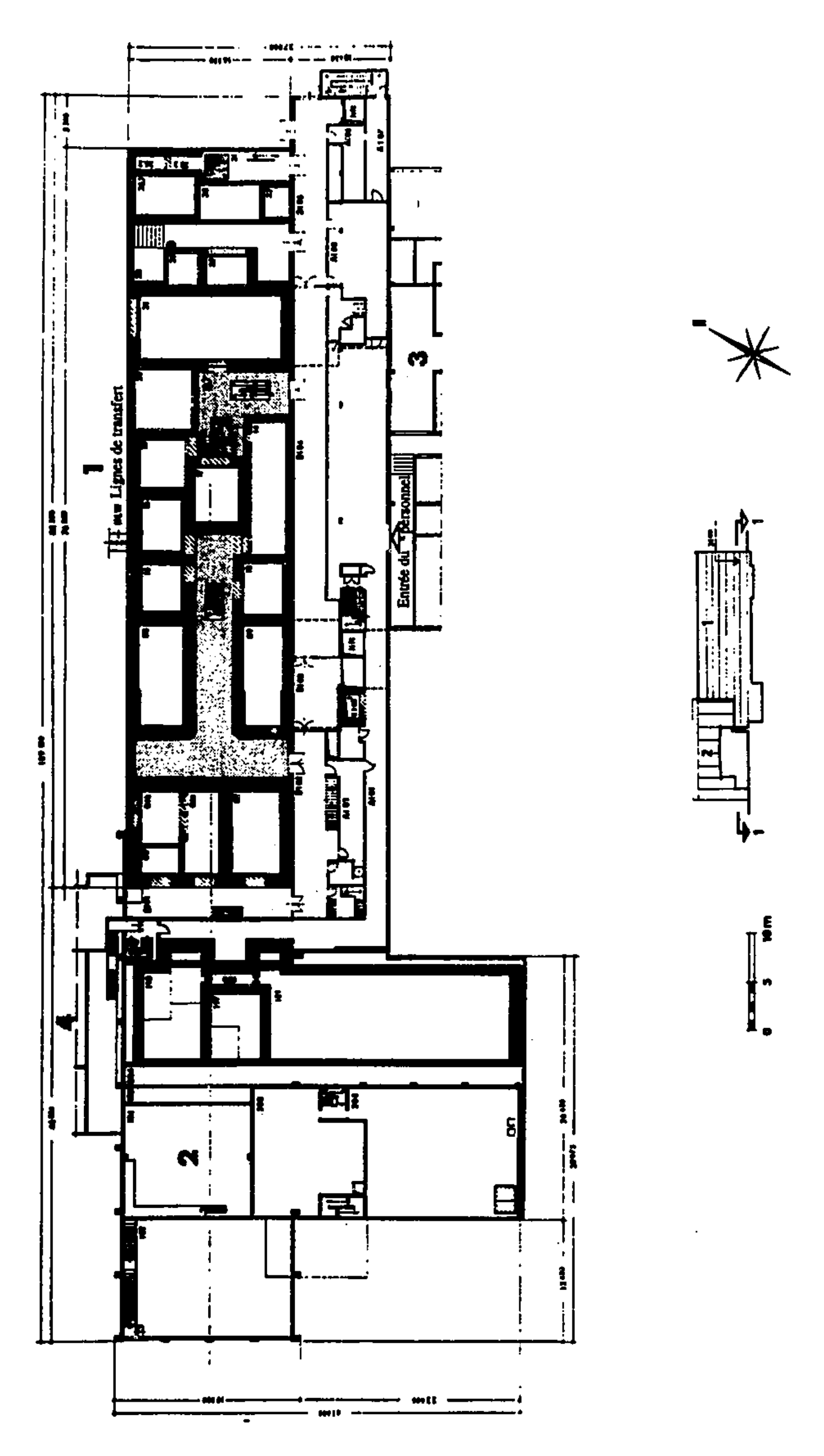



**Figure 67.** Coupe horizontale des bâtiments de traitement et de réception et stockage des combustibles, montrant la distribution des zones d'accès vertes (A), jaunes (B), oranges (grisé) et rouges (à l'intérieur des cellules bétonnées). (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, IV-4.)

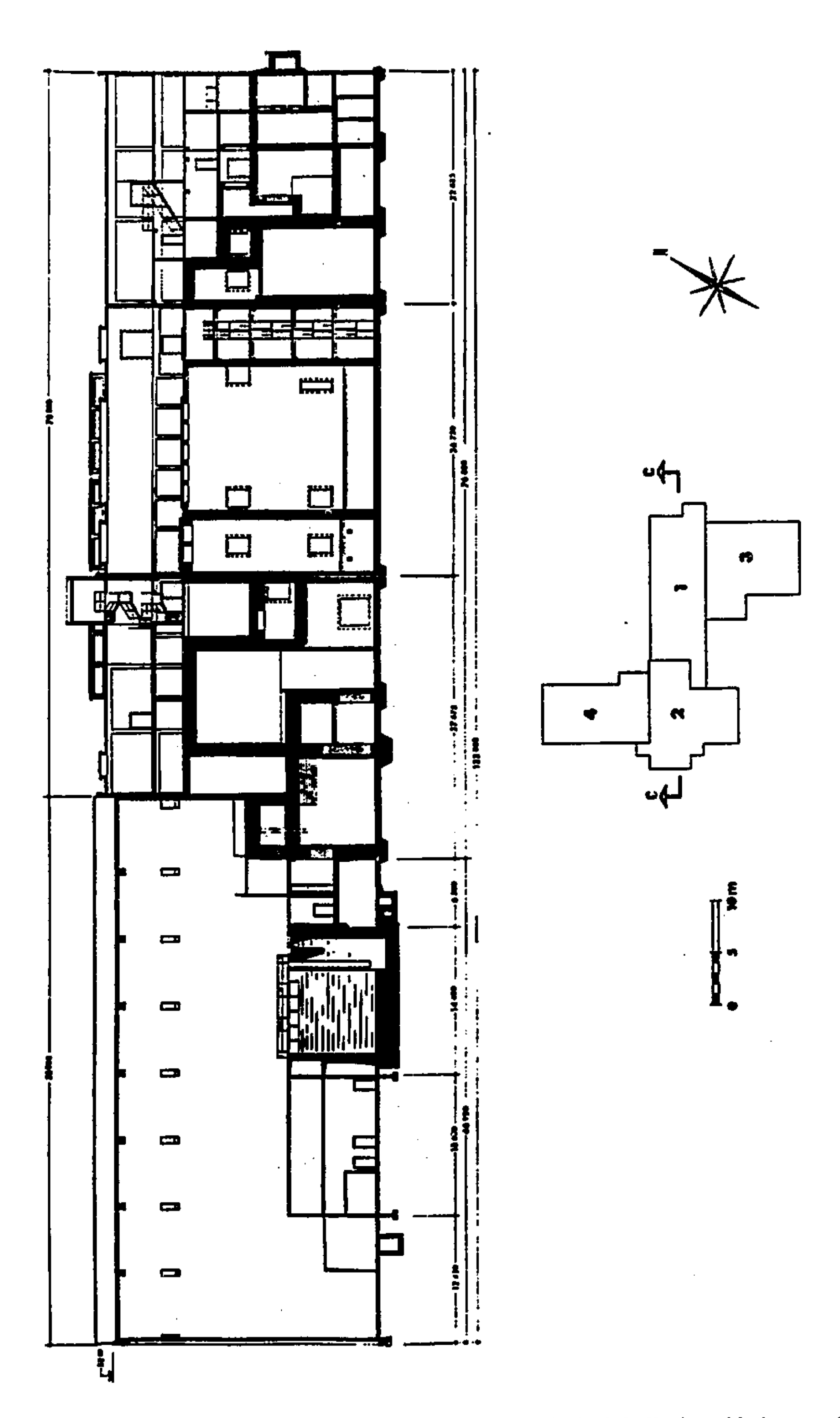


**Figure 68.** Coupe longitudinale médiane en élévation du bâtiment principal de l'usine chimique et du bâtiment de réception et de stockage des combustibles. La tête de procédé se déroule dans les cellules 1 à 6, 9, 11 et 12. L'extraction s'effectue dans les grandes cellules 13 et 14. Dans les cellules 21 et 23 se trouve l'atelier de reconditionnement. Dans les cellules 30, 32 et 33 s'opère la purification finale de l'uranium, en 29, 35 et 36 la purification du plutonium. (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, IV-12.)

*Le polyvalence d'Eurochemic*

Le caractère polyvalent de l'usine entraîne une organisation tout à fait particulière des opérations[54] en amont de l'extraction, de la réception des combustibles à la tête de procédé, comprenant le dégainage et la dissolution.

La réception et le stockage des combustibles irradiés (Figure 69)

A Marcoule comme à l'ICPP les combustibles irradiés étaient retirés d'un petit nombre de réacteurs situés à proximité du site de retraitement et stockés dans un bâtiment distinct de l'usine. A Eurochemic ils pouvaient provenir de tous les Etats membres et y étaient acheminés dans des châteaux de transport de formes variées montés sur des plate-formes de camions. La zone de réception située dans le bâtiment 2 permettait l'accueil de châteaux de transport d'une dimension maximale de 2,5 x 3 x 5 m, l'ensemble camion et remorque pouvant mesurer jusqu'à 15 m. Cette zone était desservie par un pont roulant de 80 t capable de soulever le château pour le placer sur une plate-forme de contrôle et de décontamination de 13 x 13 x 8 m. On y vérifiait que les châteaux de transport n'avaient pas été contaminés par les combustibles qu'ils contenaient. Ils étaient, le cas échéant, décontaminés avant d'être transférés dans une piscine de réception dont la profondeur avait été prévue pour qu'il y ait en permanence une épaisseur d'eau de trois mètres au moins entre le sommet du château ouvert et les opérateurs chargés d'en sortir les combustibles à l'aide du pont roulant et de longues gaffes et crochets. Les combustibles déchargés sous eau étaient alors envoyés par un sas vers la piscine de stockage, de 25 x 9 m, d'une capacité prévue pour 80 t de combustible à uranium naturel ou faiblement irradié, où ils étaient disposés dans des râteliers placés de manière à éviter tout danger de criticité (Figure 70)[55]. Un troisième bassin comportait une scie sous eau permettant de découper éventuellement les éléments de structure afin de simplifier le chargement des combustibles dans les dissolveurs. La variété des formes de combustibles, liée à la polyvalence de l'usine, explique aussi le recours au dégainage chimique et non au dégainage mécanique, inadapté aux fins de l'entreprise puisque le dégainage mécanique supposait la construction d'une installation spéciale par type de combustible[56].

Le dégainage et la dissolution chimique d'éléments combustibles de composition variée nécessitait l'emploi de trois dissolveurs différents

Les combustibles à traiter étaient prélevés dans la piscine par pont-roulant et transférés dans des machines de chargement (Figures 71 et 72), qui étaient ensuite fixées de manière étanche au-dessus des vannes supérieures des cellules de dissolution. Les éléments combustibles étaient alors descendus dans la cellule et placés au-dessus des positions de chargement des dissolveurs par télémanipulation.

Trois dissolveurs avaient été construits pour permettre la dissolution d'éléments combustibles pouvant offrir une proportion d'uranium 235 fissile allant de 0 à 93%.

Le premier, acceptant un taux maximum d'enrichissement de 1,6 %, avait une capacité de 1 t de combustible et mesurait 7 m de hauteur. Le second pouvait recevoir des combustibles ayant jusqu'à 4,6 % d'uranium 235. Pour des raisons de prévention de criticité il était de type plat et possédait trois positions de chargement (Figures 73 à 77). Le troisième était uniquement destiné au traitement des combustibles hautement enrichis. Il se constituait essentiellement d'un tube étroit (Figure 78).

Il n'y avait pas de distinction entre le dégainage et la dissolution dans le troisième dissolveur, dans la mesure où le combustible était fait d'un alliage d'uranium et d'aluminium et où la gaine pouvait être en aluminium[57]. Le procédé était le même qu'à l'ICPP et consistait en la dissolution des éléments dans l'acide nitrique chaud en présence d'un catalyseur au mercure. On obtenait donc une solution d'acide nitrique comportant essentiellement différents isotopes d'uranium, des produits de fission et du mercure[58].

---

[54] Les schémas chimiques simplifiés de l'usine sont reproduits en annexe.

[55] La capacité en combustibles à uranium hautement enrichi était moindre et supposait l'installation de poisons neutroniques et des râteliers spéciaux.

[56] Ainsi à Marcoule l'installation primitive de dégainage à sec prévue pour le dégainage des combustibles issus de G1 ne fonctionna jamais, probablement parce qu'on avait cru pouvoir se passer de l'étape du pilote inactif; elle déformait les barreaux et se coinçait. Il fut donc très rapidement décidé de construire une nouvelle unité de dégainage, sous eau cette fois et qui fonctionna de manière satisfaisante pour G1, G2 et G3. Marcoule pratiquait cependant après le dégainage mécanique un «pelage» chimique qui devait débarrasser les combustibles des poussières ou morceaux de gaines restants sur les combustibles. L'ICPP pratiquait, comme Eurochemic, le dégainage chimique.

[57] Il pouvait aussi ne pas y avoir de gaine du tout.

[58] La présence du mercure de catalyse constituait une des spécificités les plus importantes des effluents de traitement des combustibles à uranium hautement enrichi.

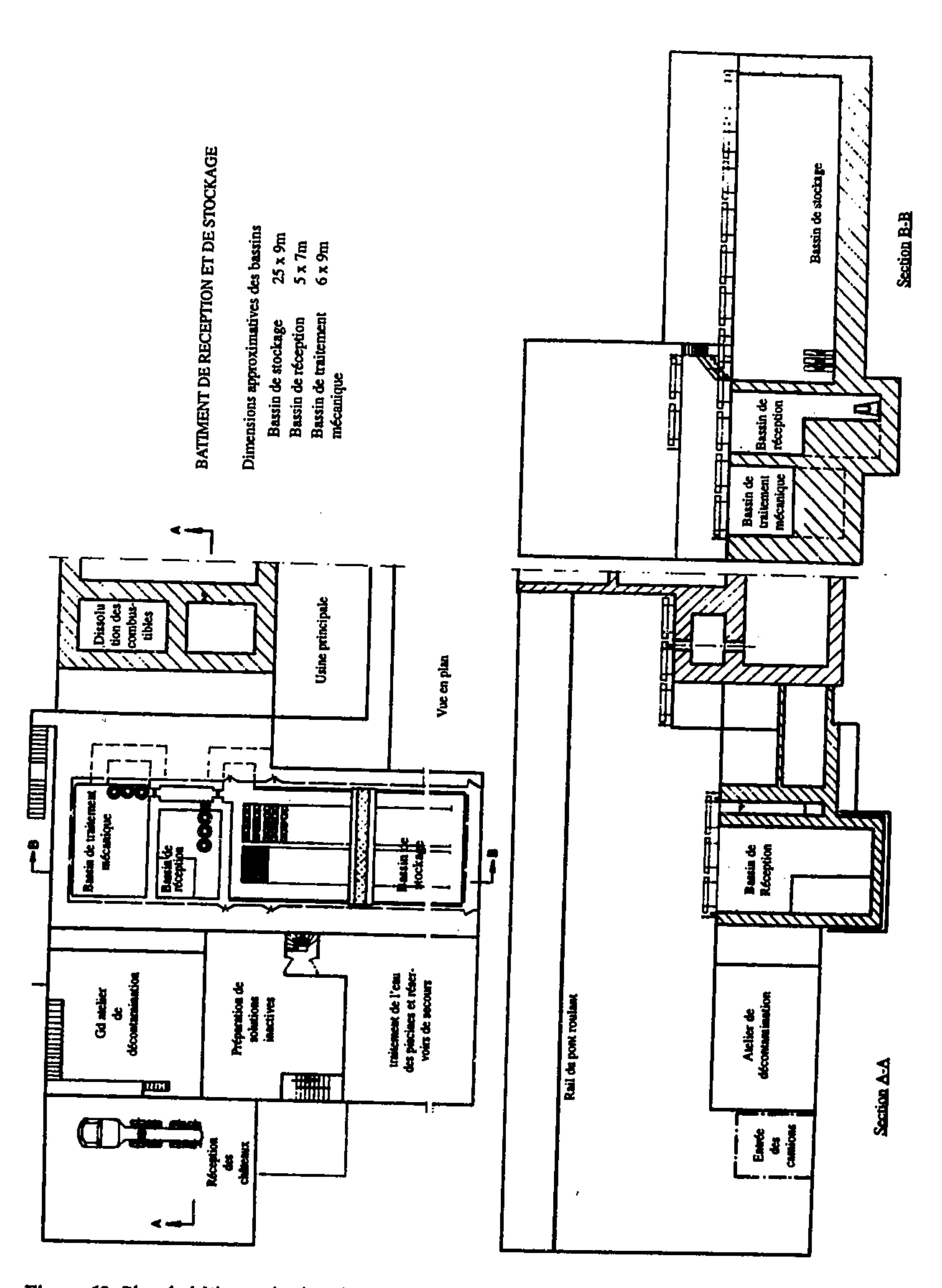



**Figure 69.** Plan du bâtiment de réception et de stockage des combustibles. (Source: BARENDREGT T. (1964), figure 3.)

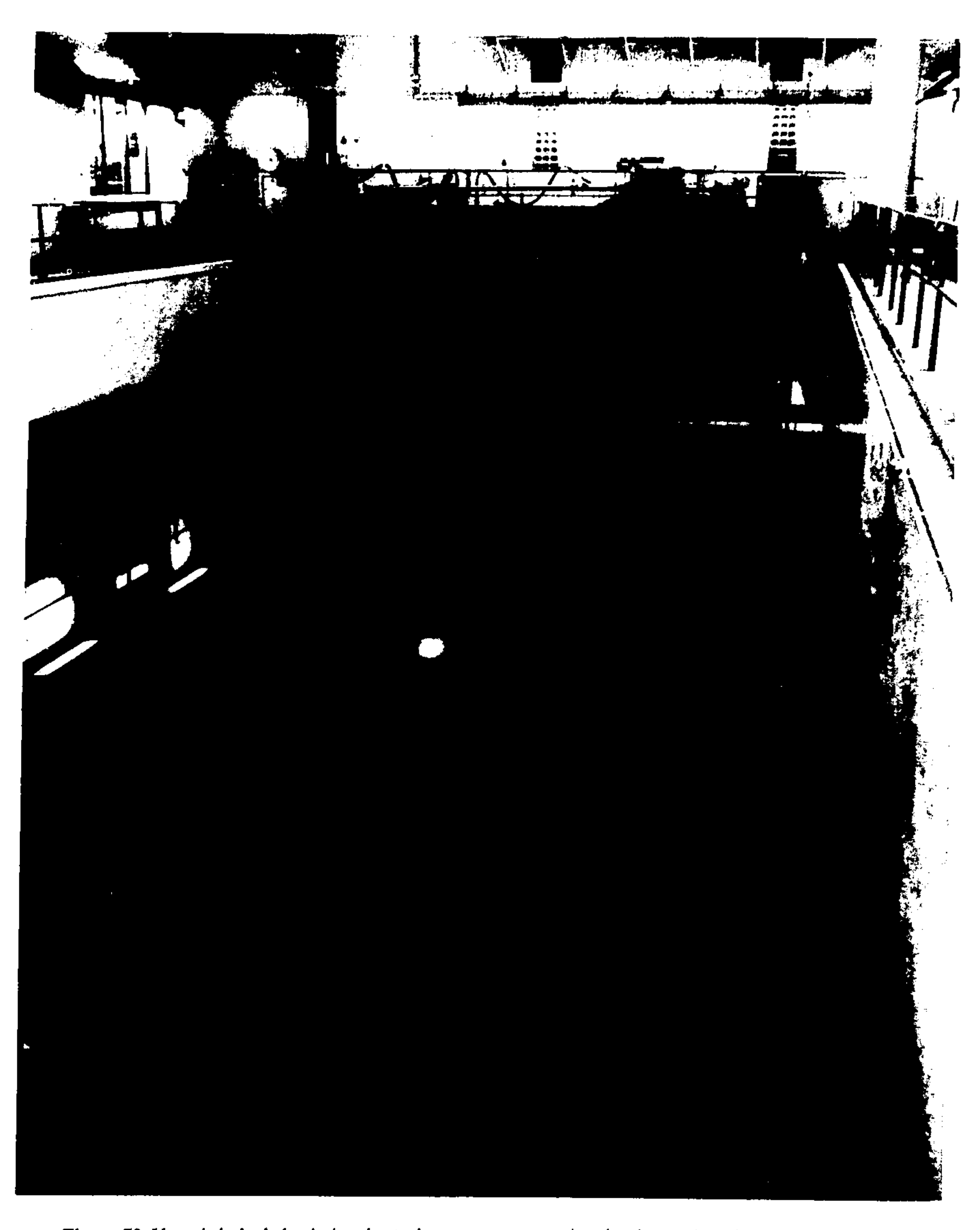


**Figure 70.** Vue générale de la piscine de stockage, avec au premier plan les paniers de rangement des éléments combustibles irradiés. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

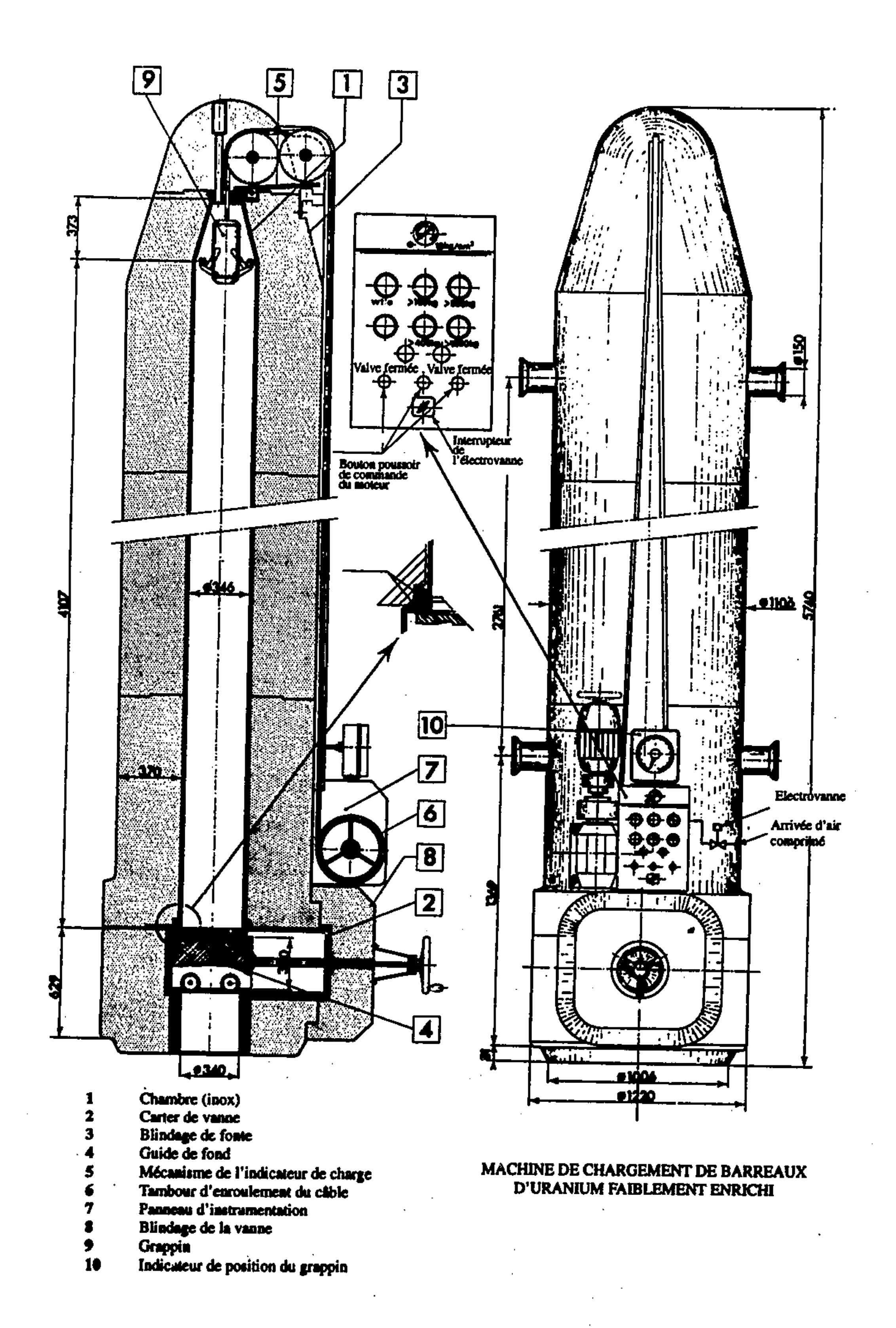



**Figure 71.** Schéma de la machine de chargement des LEU. (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, VII-1.)

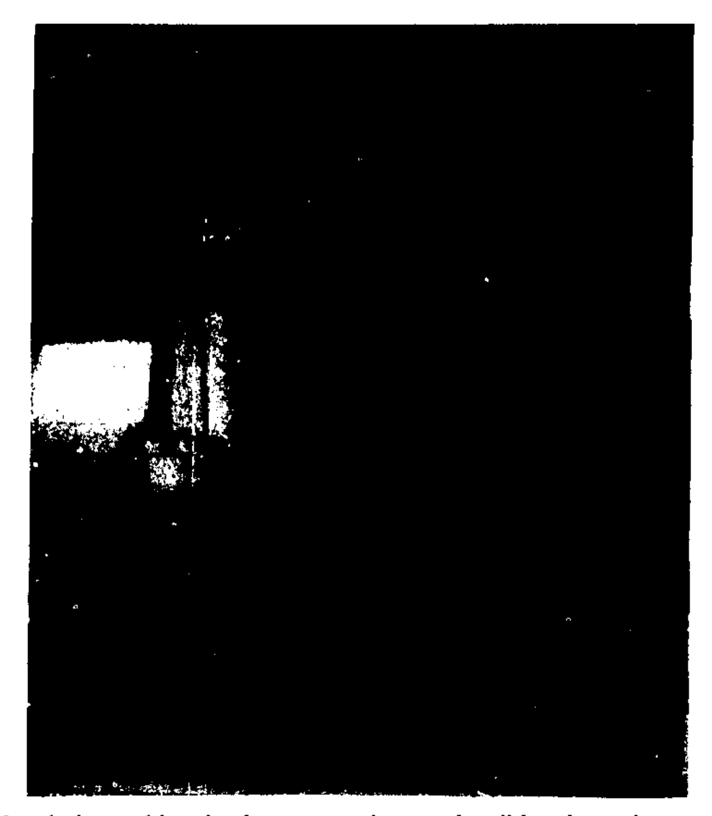


**Figure 72.** Vue de la machine de chargement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi, posée à côté du sas permettant le transport sous eau des combustibles de la piscine de stockage à celle de traitement mécanique. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

Les opérations de dégainage et de dissolution s'effectuaient dans le même dissolveur pour les autres combustibles, mais au cours d'opérations séparées. Le dégainage s'opérait par introduction d'acides adaptés aux matériaux de gainage suivant des procédés inventés à l'ORNL, de l'acide sulfurique pour le magnésium et l'acier (procédé SULFEX), et essentiellement du fluorure d'ammoniac pour les gainages au zirconium ou au zircalloy (procédé ZIRFLEX). Lorsqu'il était estimé que le dégainage chimique s'était poursuivi suffisamment longtemps, on passait, après avoir évacué la solution de dégainage et rincé les éléments solides non dissous, à l'étape de la dissolution du combustible en introduisant de l'acide nitrique chaud. Lorsque la dissolution du combustible était terminée, la solution était soutirée de la cuve de dissolution, ajustée en en concentration comme en en acidité et envoyée vers les cellules de l'usine où s'opérait l'extraction.

*Les deux originalités de l'extraction*

L'extraction présentait deux caractères originaux : l'utilisation de colonnes pulsées (Figures 79 et 80) et la coexistence dans le même équipement de deux variantes du procédé PUREX, l'un adapté aux combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi (LEU), l'autre à l'uranium hautement enrichi (HEU). Dans les deux variantes le procédé comportait deux cycles. Il employait sept colonnes pulsées, à la différence de l'ICPP, qui était équipée de deux colonnes à contre-courant, et surtout de Marcoule où étaient utilisées cinq batteries de mélangeurs décanteurs (Figure 81) [59]. Comme à Marcoule l'extraction était réalisée en utilisant du TBP dilué dans un hydrocarbure. Les proportions étaient toutefois différentes au départ de l'exploitation entre Marcoule, 40%-60%[60], et Eurochemic, 30%-70% pour le LEU, 5%-95% pour le HEU. Le premier cycle était un cycle de

[59] Il y avait à Marcoule trois batteries pour l'extraction, deux pour la purification de l'uranium. Chaque batterie comportait entre huit et treize mélangeurs décanteurs. L'équipement était doublé pour assurer la production même en cas de pannes d'une batterie, la durée de fonctionnement sans panne des mélangeurs-décanteurs étant estimée à une dizaine de mois. Des colonnes pulsées avaient été testées à Fontenay du temps du pilote, mais les mélangeurs-décanteurs, mieux connus et présentant alors des avantages en terme de contrôle en cas d'arrêt subit, leur avaient alors été préférés.

[60] Ce sont les proportions prévues en 1958. A partir de 1961 elles sont les mêmes que pour Eurochemic.

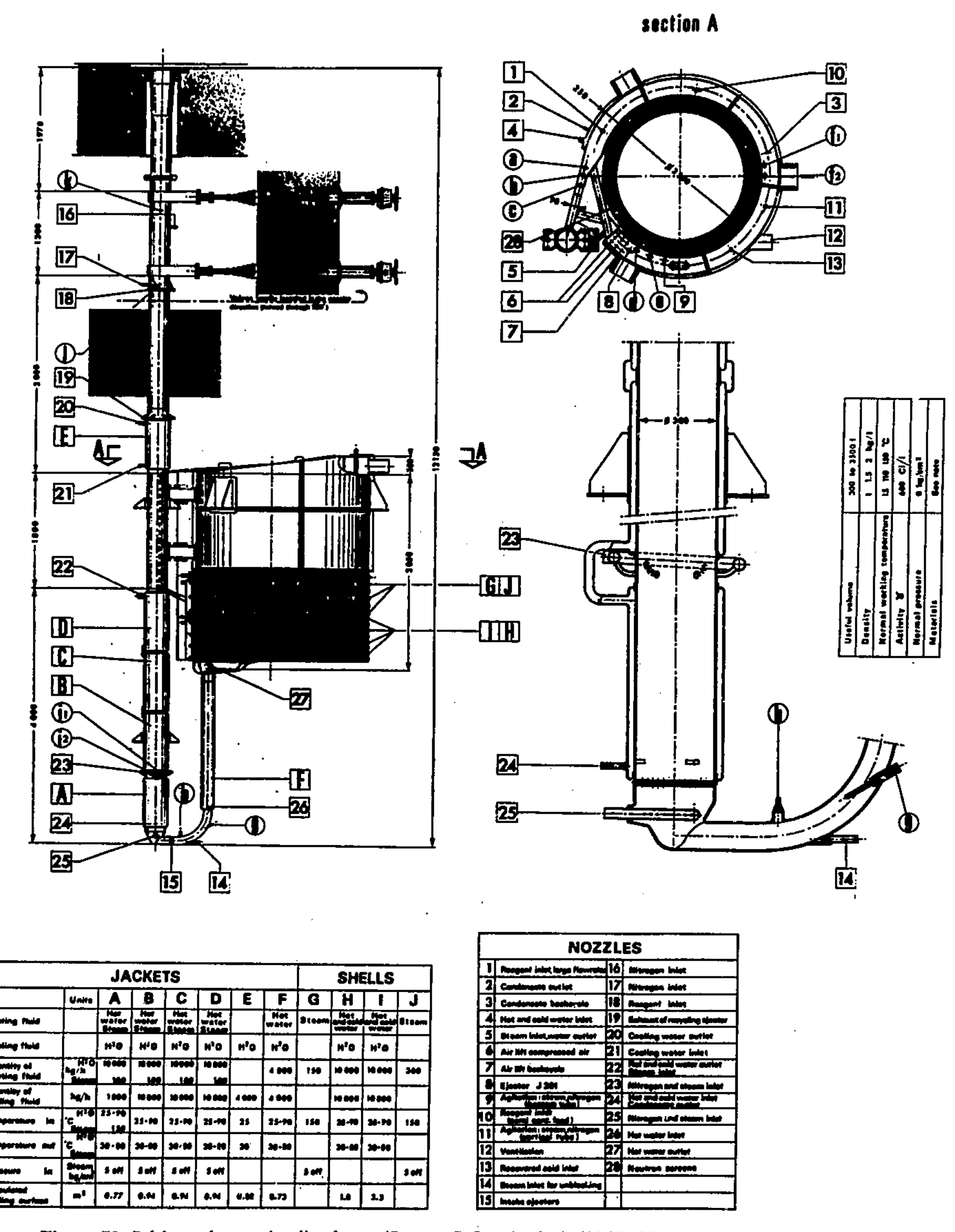



**Figure 73.** Schémas du premier dissolveur. (Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, VII-7.)



**Figure 74.** Vue de la base du premier dissolveur installé dans sa cellule. Le tube du dissolveur se trouve au centre de la photographie. A sa partie supérieure est connecté un réservoir de type plat pour les solutions de nitrate d'uranyle. (Source : diapositive du fonds Eurochemic, sans date.)

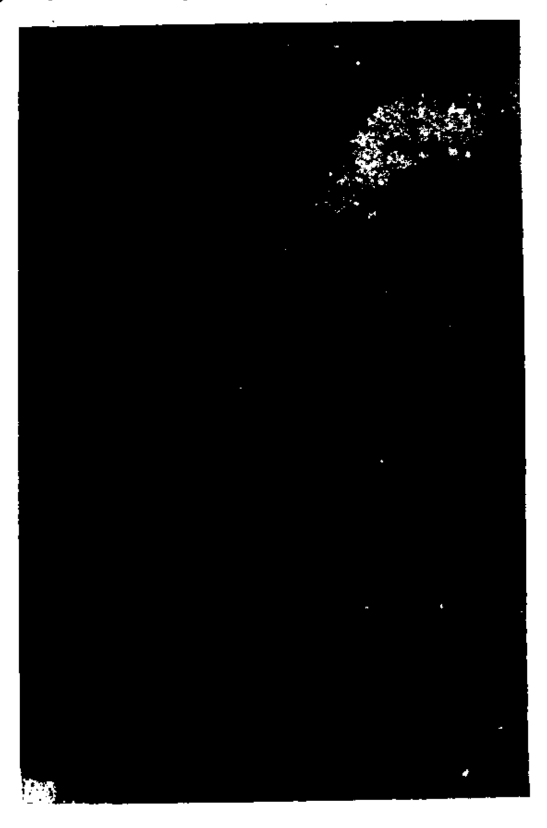


**Figure 75.** Photographie du second dissolveur avant son installation sur le site. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

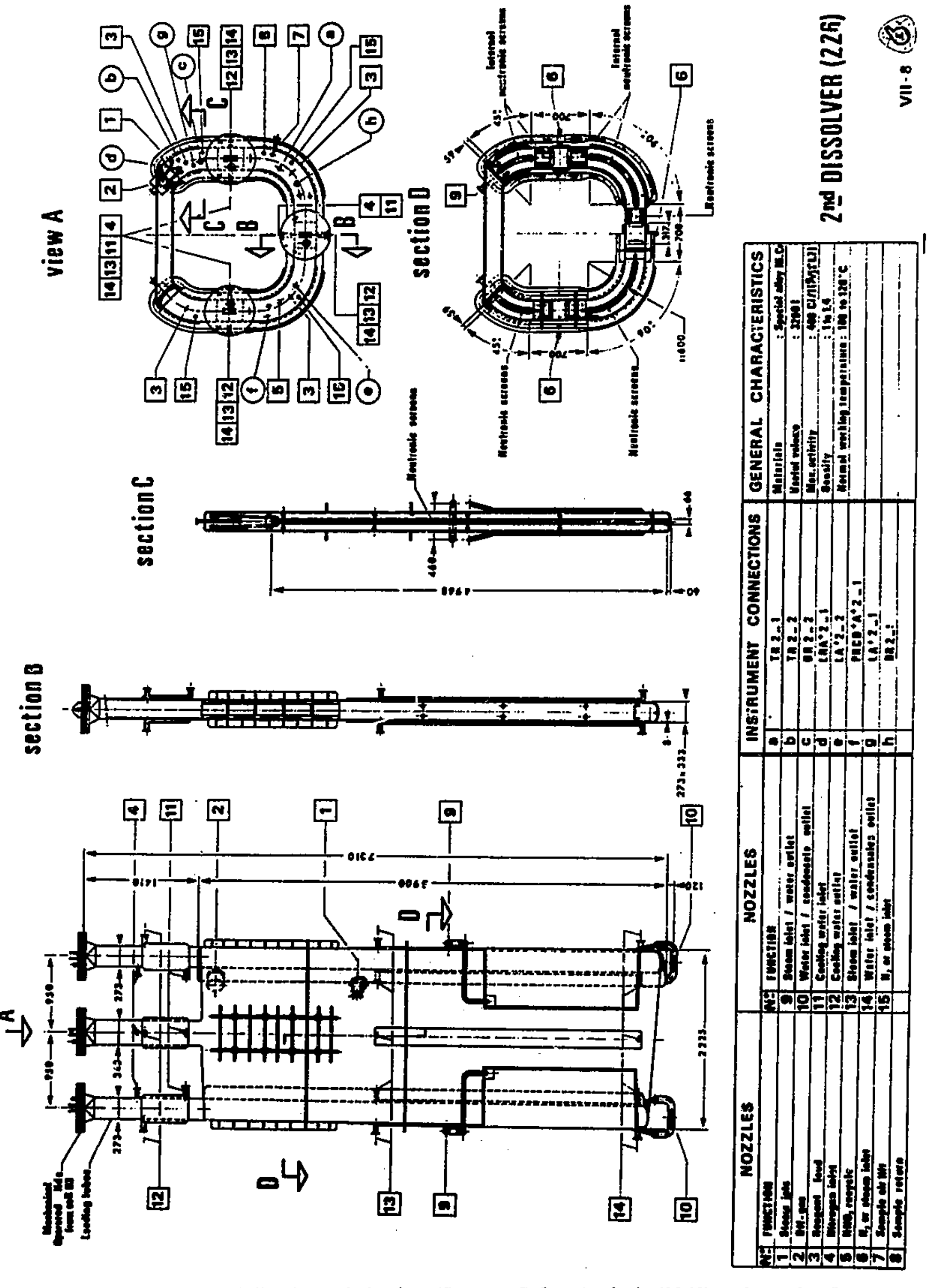



**Figure 76.** Schémas du second dissolveur de l'usine. (Source : Safety Analysis (1965), volume des figures, VII 8.)

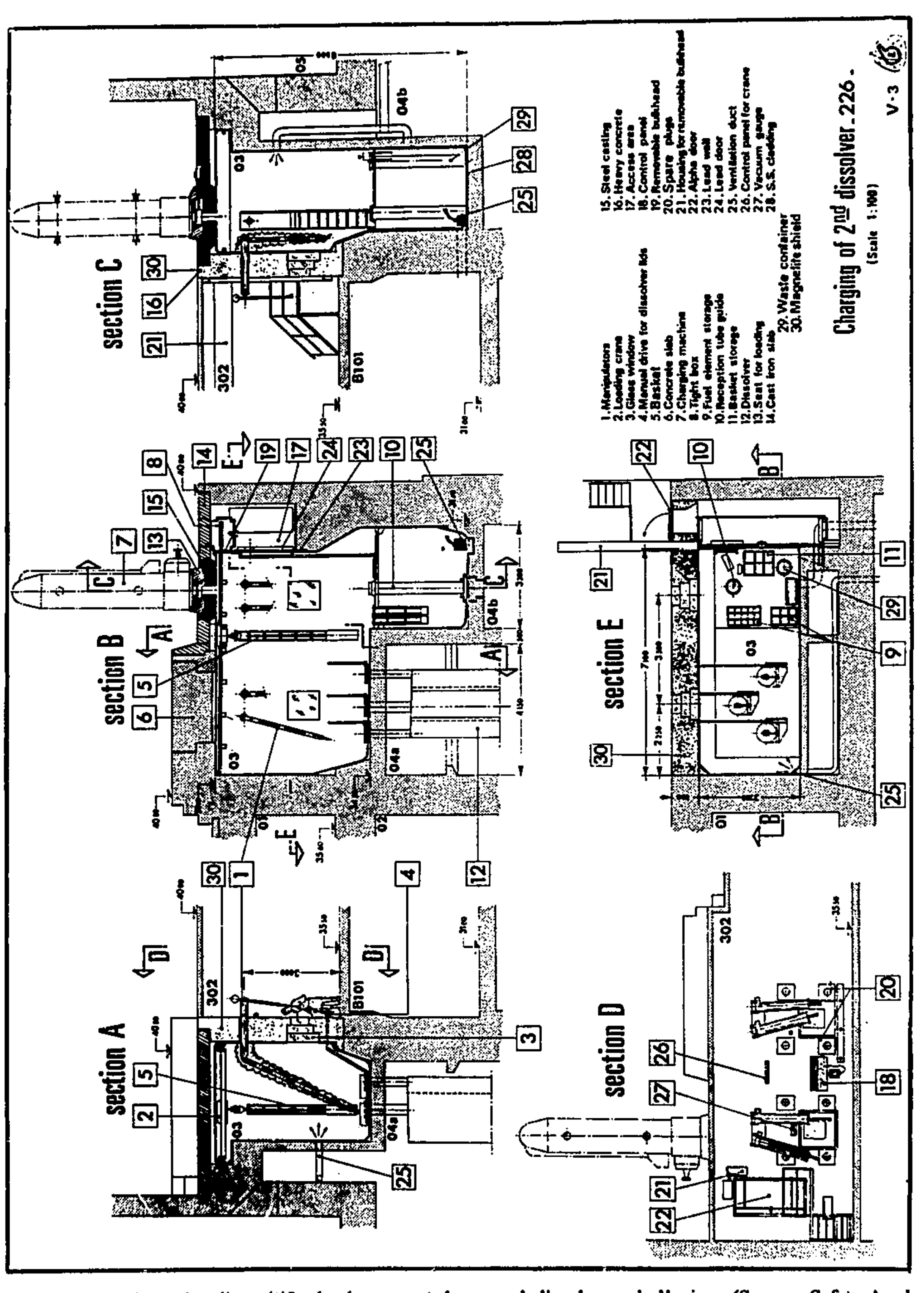



**Figure 77.** Schémas des dispositifs de chargement du second dissolveur de l'usine. (Source: Safety Analysis (1965), volume des figures, V-3.)

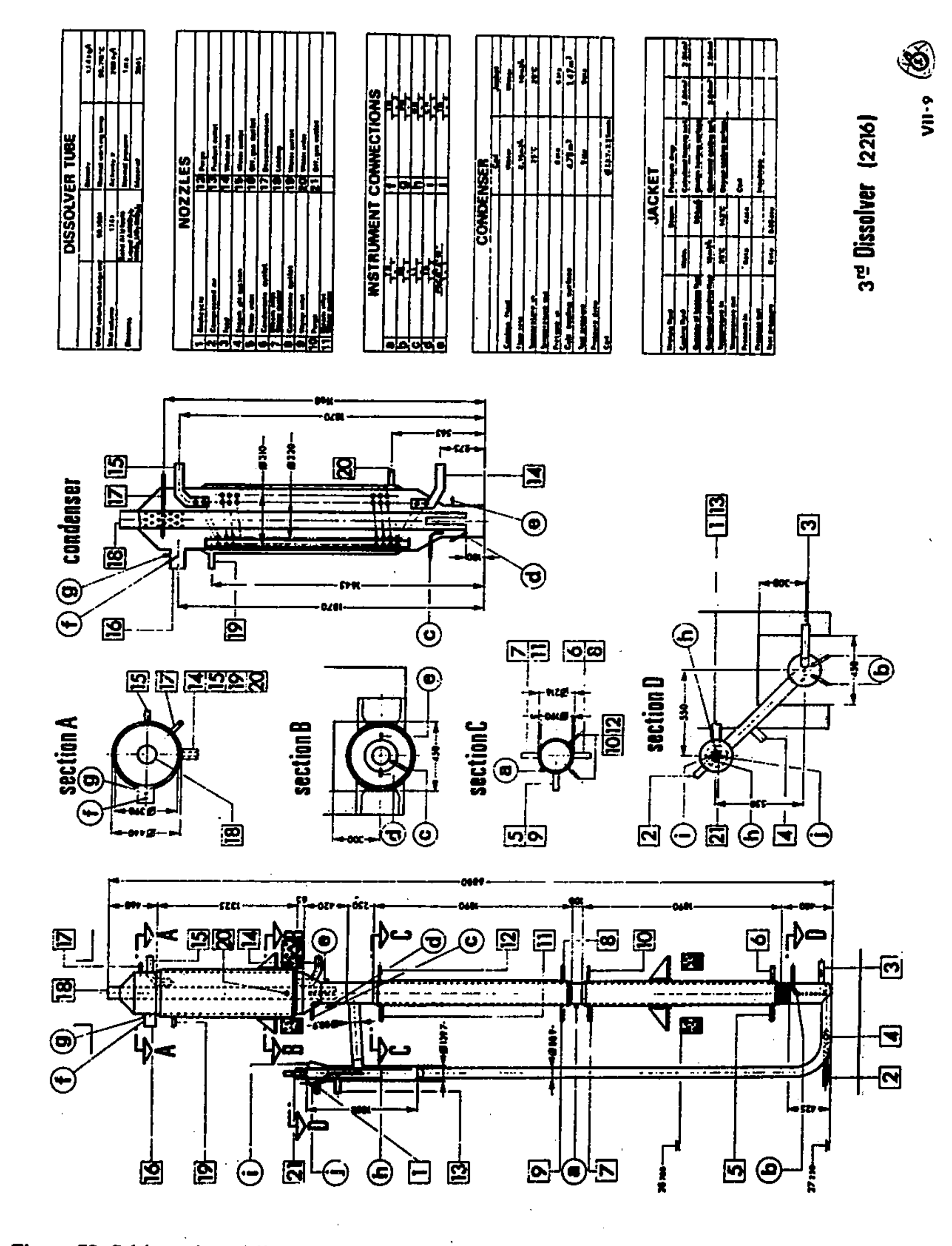



**Figure 78.** Schémas du troisième dissolveur de l'usine. (Source: Safety Analysis (1965), volume des figures, VII-9.)

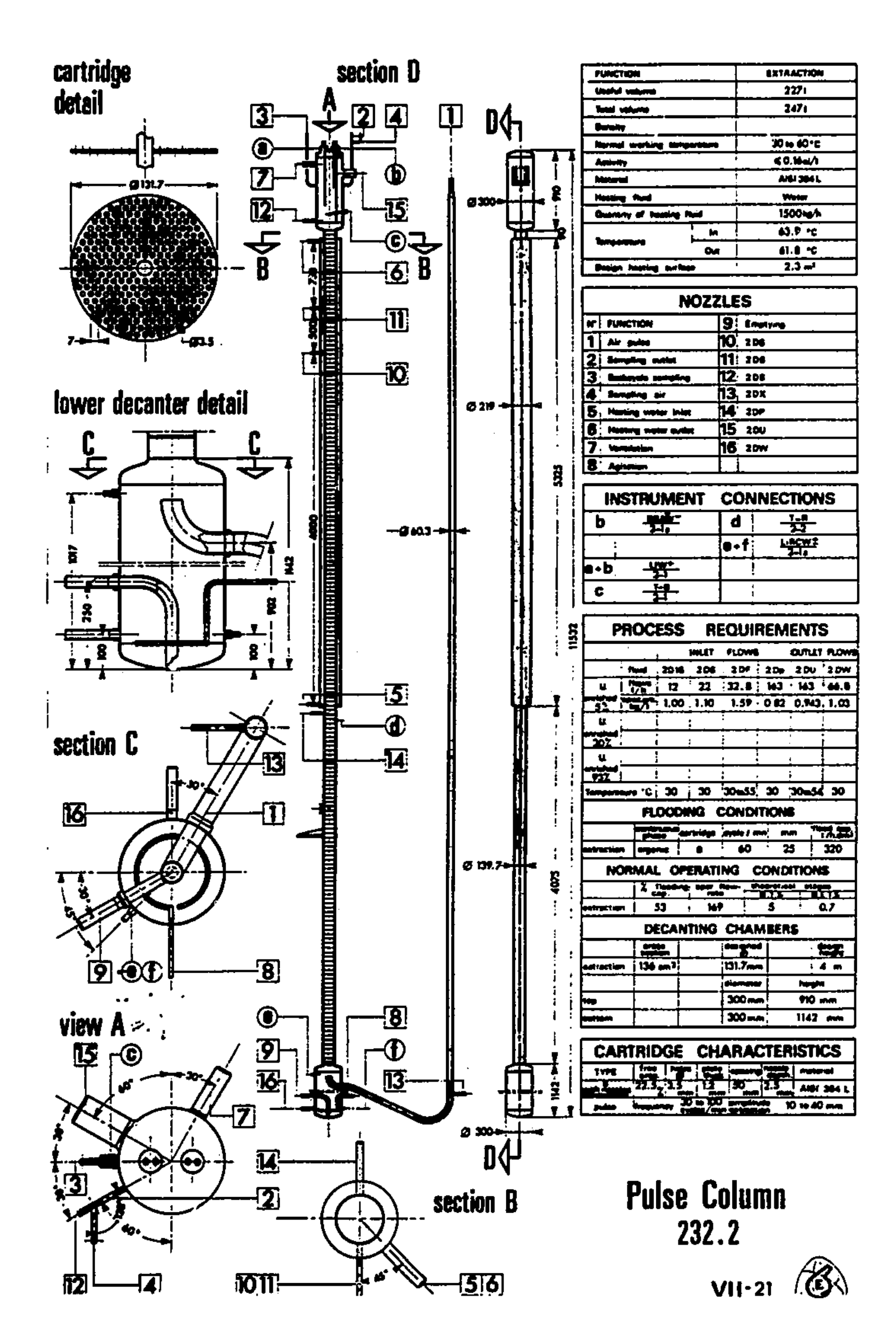



**Figure 79.** Schémas d'une des sept colonnes pulsées de l'usine, avec ses décanteurs inférieur et supérieur. (Source : Safety Analysis (1965), volume des figures, VII-21.)

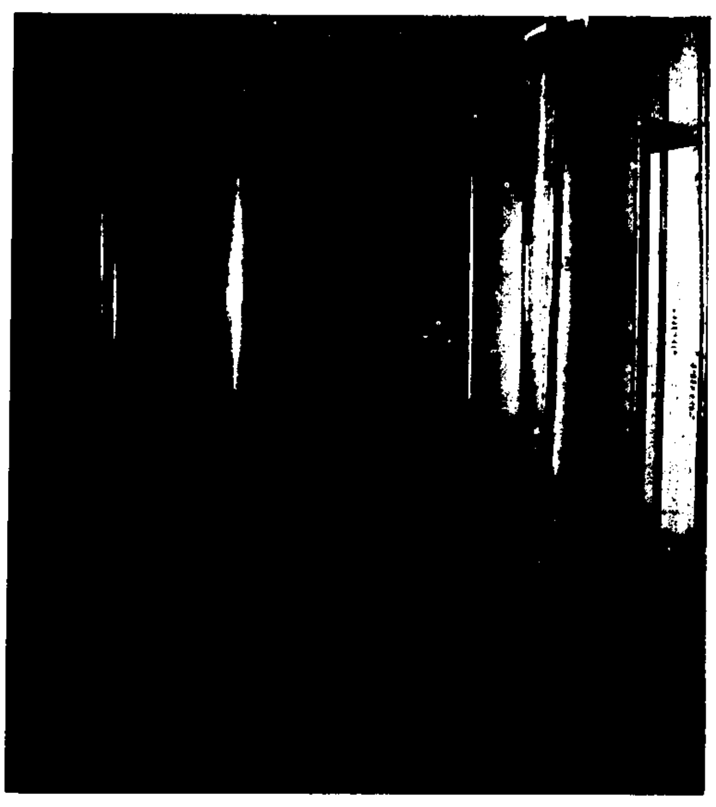


**Figure 80.** Vue partielle de trois des sept colonnes pulsées de l'usine, en place dans leur cellule avant le démarrage du retraitement. (Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

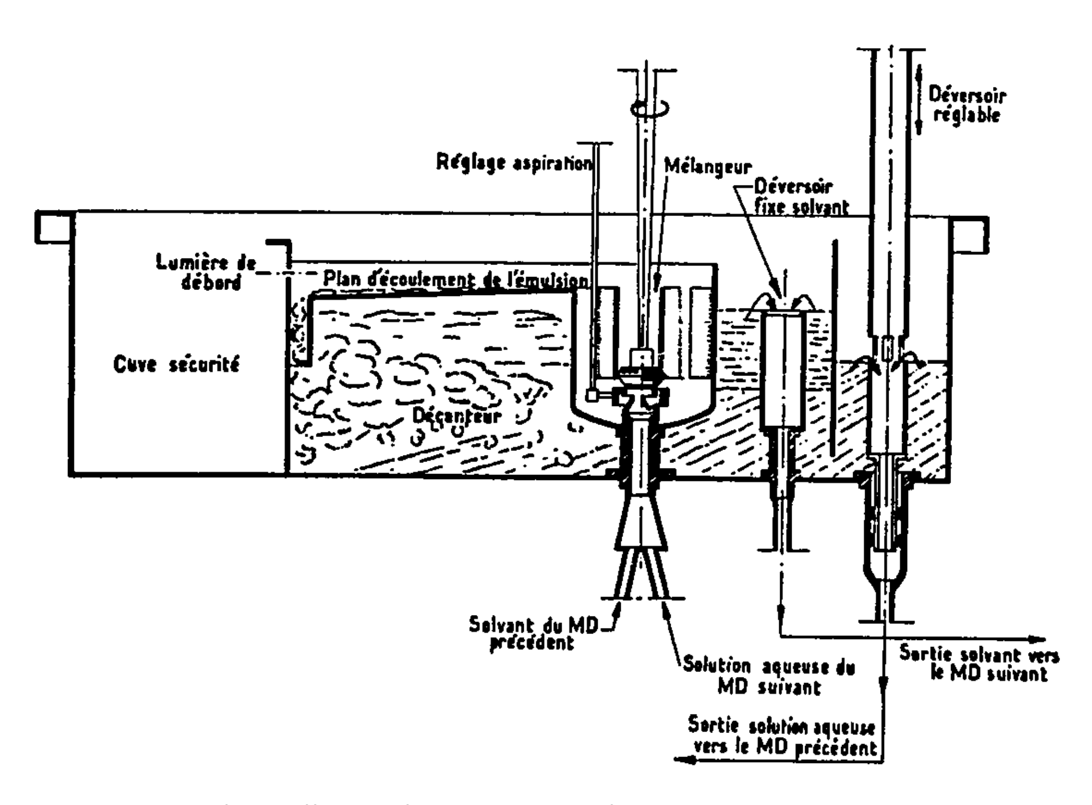



**Figure 81.** Coupe d'un mélangeur-décanteur (MD) utilisé dans l'usine de Marcoule en 1963. (Source: JOUANNAUD C. (1963), p. 264.)

décontamination, c'est à dire celui où les produits de fission sont séparés de l'uranium et du plutonium. Cette séparation consiste à faire passer ces derniers dans la phase organique et à laisser les produits de fission dans la phase nitrique originelle. Dans le cas des combustibles HEU, le plutonium est laissé avec les produits de fission lors du cycle de décontamination, dans la mesure où sa composition isotopique en rend la récupération peu intéressante. Le second cycle concernait uniquement l'uranium et avait pour but d'éliminer la faible proportion de produits de fission qui avaient accompagné celui-ci.

Le détail des opérations nécessite une description séparée des deux procédés d'extraction LEU et HEU.

L'extraction des LEU et la purification de l'uranium

Le premier cycle utilisait cinq des sept colonnes pulsées de l'usine. Les deux premières colonnes servaient à la co-décontamination. L'uranium et le plutonium étaient séparés de la plus grande partie des produits de fission dans la première colonne, ces derniers étant évacués dans la phase nitrique au pied de la première colonne. La solution organique était débarrassée des précipités d'interphase dans la seconde colonne.

Les solutions contenant les produits de fission et les précipités d'interphase étaient stockés, décantés et analysés dans des réservoirs tampons avant d'être envoyés dans un évaporateur qui les concentrait. Les concentrats étaient alors transférés jusqu'au bâtiment 5, où ils étaient conservés dans des réservoirs de 40 $m^3$ de capacité et à refroidissement artificiel. Dans les colonnes trois et quatre s'opérait la séparation entre l'uranium et le plutonium, par addition d'un agent réducteur. La solution nitrique contenant le plutonium était évacuée au pied de la colonne 4 et était transférée vers l'atelier de purification du plutonium (cf. infra).

L'uranium passé à son tour en phase nitrique était évacué au pied de la cinquième colonne, concentré par évaporation et envoyé au second cycle d'extraction composé de deux colonnes. Il subissait alors une nouvelle décontamination. La solution était enfin concentrée dans un évaporateur et purifiée sur silicagel dans une colonne d'absorption. Le nitrate d'uranyle qui constituait le produit final de cette opération était transféré dans un bâtiment de stockage et était livré aux clients dans des citernes fixées sur des camions.

L'extraction et la purification du HEU

Le premier cycle utilisait quatre des cinq colonnes du premier cycle LEU, puis la solution décontaminée était concentrée dans un évaporateur spécial. Le second cycle empruntait l'équipement de purification du plutonium (cf. infra), avant d'être purifié sur silicagel dans la colonne ad hoc des LEU [61]. Le recours au même équipement pour des combustibles de nature différente est une illustration de la compacité de l'usine, mais traduit aussi les problèmes financiers de l'entreprise. Ce double usage nécessitait des rinçages soigneux entre chaque changement de grande catégorie de combustibles. Les solutions de produits de fission contenant également de l'aluminium et du mercure étaient stockés dans deux réservoirs de 212 $m^3$ de capacité situés dans le bâtiment 22.

La purification du plutonium : mélangeurs décanteurs et procédé très proche du laboratoire

La purification du plutonium était directement inspirée de celle de Marcoule et utilisait des mélangeurs-décanteurs pour la réextraction. Toutefois, alors qu'à Marcoule, usine militaire, la transformation du nitrate de plutonium se poursuivait jusqu'à la fabrication du métal, à Eurochemic, usine civile, elle s'arrêtait à la production de dioxyde par calcination de l'oxalate de plutonium, lui même obtenu par précipitation de la solution de nitrate de plutonium purifiée[62].

Comme à Marcoule au début de l'exploitation la phase finale se faisait plutôt avec des installations à l'échelle de laboratoire (Figure 82) et s'opérait à partir du séchage de l'oxalate dans une chaîne de boîtes à gants. Toutefois, alors que la concentration du plutonium issu de la séparation se faisait à Marcoule par précipitation à la soude caustique suivie d'une redissolution dans un petit volume d'acide nitrique, elle se réalisait à Eurochemic dans un évaporateur spécial.

Eurochemic était donc une usine compacte et polyvalente, qui reprenait en les mêlant certains éléments de Marcoule et de l'ICPP, mais qui comportait également certaines originalités, les plus importantes étant le dégainage chimique et l'emploi de colonnes pulsées.

Les premières années du retraitement, qui furent pour le personnel de l'entreprise commune celles d'un apprentissage de ce nouvel outil, allaient à la fois démontrer l'efficacité d'ensemble de cet hybride, mais mettre également en évidence ses imperfections.

---

61 L'uranium enrichi qui devait être retourné aux Etats-Unis pour réenrichissement était, avant de quitter l'Europe, transféré à l'usine de Pierrelatte où il était transformé en hexafluorure après une nouvelle décontamination.

62 A Marcoule l'oxyde de plutonium était par la suite chauffé dans un courant d'acide fluorhydrique pour donner du fluorure de plutonium, qui était à son tour transformé en plutonium métal par calciothermie sous atmosphère inerte, en l'occurrence de l'argon.

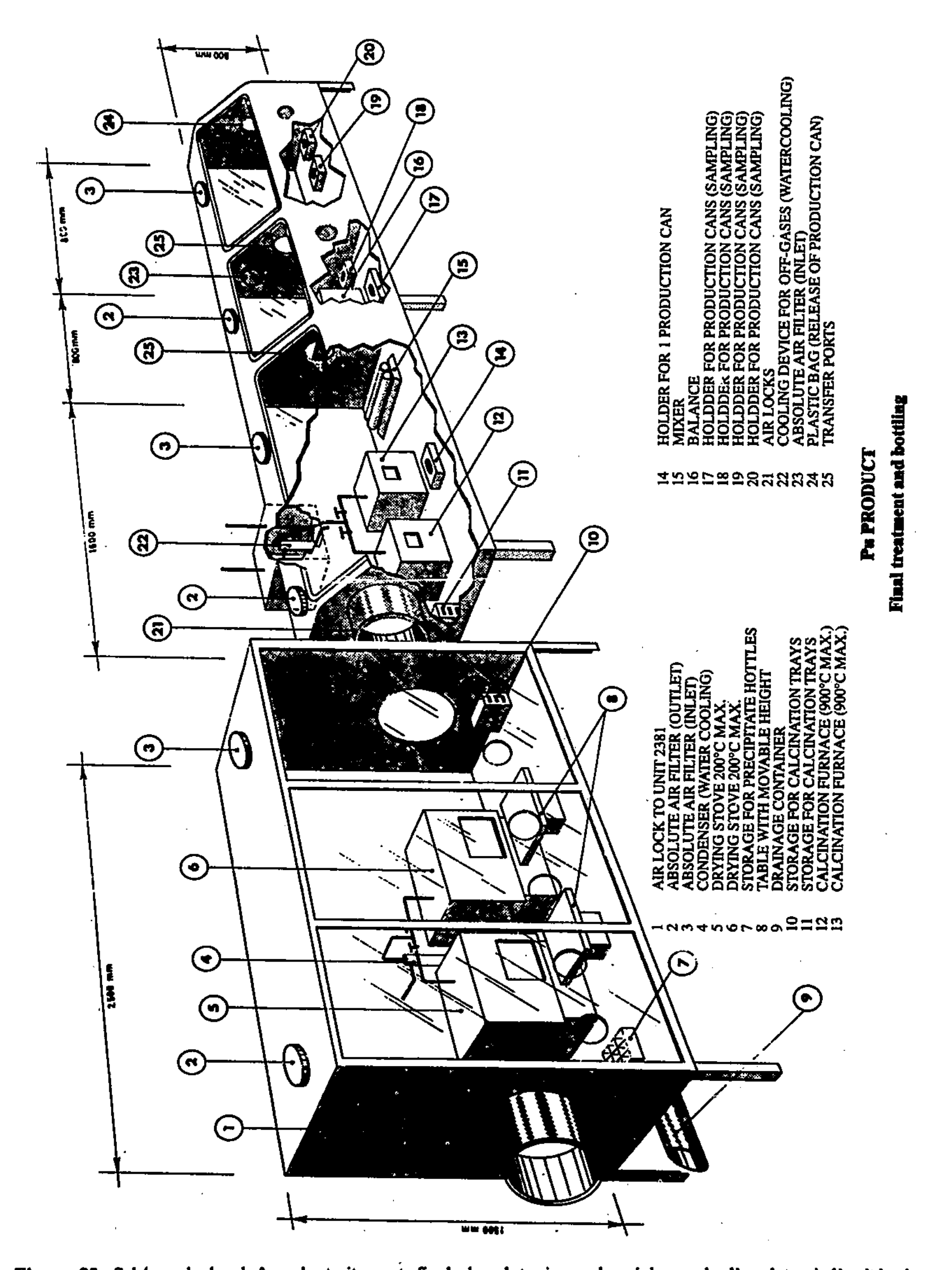



**Figure 82.** Schéma de la chaîne de traitement final du plutonium, du séchage de l'oxalate à l'unité de décontamination des boîtes contenant l'oxyde de plutonium. La chaîne mesure 5,70 m. Elle est à l'échelle d'un équipement de laboratoire. (Source : Safety Analysis (1965), Volume des figures, VII-38, addendum de novembre 1966.)

# Chapitre 2

## Les années d'apprentissage

***Juillet 1966 – février 1971***

Les premières années du retraitement se déroulèrent alors que les problèmes de financement semblaient avoir été réglés à moyen terme. Cela permettait la définition d'un programme quinquennal d'exploitation et le déploiement d'une ambitieuse politique, à la fois commerciale et industrielle, qui laissait espérer la rentabilité de l'entreprise après 1974.

Pour aller jusque là, les structures de l'entreprise furent profondément réorganisées et plus étroitement centrées encore qu'auparavant sur l'activité de retraitement. L'évolution des activités du laboratoire de développement industriel et du laboratoire analytique le montre.

Dans ces premières années d'apprentissage, les équipes de l'usine expérimentèrent le retraitement des différents types de combustibles, se heurtant à des difficultés imprévues qu'ils surmontèrent, subissant des incidents qui nourrirent leur réflexion, appréciant les forces et les faiblesses de l'équipement. L'accumulation des retours d'expérience amena un long arrêt de l'usine pendant lequel furent apportées les modifications jugées indispensables pour que l'entreprise qui, jusqu'alors, avait fonctionné comme un pilote, puisse désormais retraiter des combustibles comme une usine.

### Un financement assuré à moyen terme permit une ambitieuse politique commerciale et industrielle

***Le règlement à court et moyen terme des problèmes du financement – Du «Programme transitoire» pour 1968-1969 au «Programme quinquennal» pour 1970-1974*** [1]

Alors que la phase de construction avait été marquée par la permanence des problèmes financiers, ces difficultés furent relativement facilement résolues par les autorités responsables pour une période qui irait jusqu'en 1974, pensait-on.

Jusqu'à la fin de 1967 le financement de l'entreprise avait été assuré par le «Programme temporaire» d'avril-juillet 1964. En mars 1967 un «Programme transitoire» pour les années 1968 et 1969 fut accepté par le Conseil d'administration. En mai fut lancée une procédure qui aboutit à l'adoption d'un programme qui devait couvrir les années 1970-1974, le «Programme futur de la Société». Celui-ci fut par la suite désigné comme le «Programme quinquennal». En juillet 1969 le Conseil de l'OCDE en reprenait les conclusions en matière de financement. Ainsi apparaissait assuré le fonctionnement de l'entreprise au delà de l'expiration du délai de 15 ans prévu par la Convention, soit le 27 juillet 1974.

*Le Programme transitoire pour les années 1968 et 1969*

Les propositions du Groupe de travail

Un Groupe de travail sur l'achèvement des travaux et le financement fut constitué le 24 mars 1966 et rendit son rapport le 20 mai[2]. Ses propositions servirent de base aux discussions qui conduisirent à la définition d'un Programme Transitoire pour les années 1968 et 1969. Le rapport abordait principalement deux points.

Pour le financement de l'achèvement des travaux était rejeté le principe d'abord envisagé d'une nouvelle augmentation de capital. Estimée à 1,335 M$, celle-ci était considérée comme inopportune pour des raisons «psychologiques et de procédure». Les deux augmentations de capital précédentes avaient été, on l'a vu, obtenues dans des conditions très difficiles. C'est pourquoi il fut décidé que le financement devrait être assuré par un emprunt bonifié par le gouvernement belge, remboursé jusqu'en 1971.

En ce qui concernait le financement du déficit d'exploitation pour les années 1968 à 1971, était recommandée la reconduction des contributions gouvernementales versées par l'intermédiaire du budget de

---

[1] Le Rapport se trouve annexé dans le dossier du Groupe spécial, réunion du 1[er] septembre 1966.

[2] NE/EUR(66)7.

l'OCDE, suivant le système qui avait été mis en place en 1964. Le déficit se tenait dans une fourchette de 7,77 à 10 M$. Mais une nouvelle fois des divergences de vues s'étaient exprimées sur le calcul du barème. La France et l'Allemagne étaient favorables à une pondération sur la base de la participation au capital social, les autres pays, à l'exception de l'Italie qui manifesta une nouvelle fois son opposition globale face à l'évolution de la situation, étaient quant à eux favorables à une pondération suivant le revenu national. La Suisse proposa un compromis et une base de calcul fut établie[3] . Ces propositions furent reprises dans le programme transitoire.

Le Programme et son financement

Le Programme transitoire pour les années 1968-1969, établi par la Direction générale en liaison avec le Comité technique, fut proposé au Conseil d'Administration et approuvé par lui le 2 mars 1967 [4].

Trois décisions principales étaient prises :

- Les structures de l'entreprise étaient réformées. Ceci se traduisait par une modification de l'organigramme et, en particulier, par la fusion, en une Direction de l'exploitation et du développement, de la Direction technique et de celle du développement industriel[5] ;
- Le programme de développement était réduit et un programme d'exploitation maximum était adopté[6] ;
- Un programme de réduction progressive des effectifs était mis en œuvre. La Société devait employer aux environs de 320 personnes en 1970 contre 378 à la fin de 1966.

Le 17 mai 1967 le Groupe spécial adoptait les mesures de financement découlant du Programme transitoire 1968-1969[7]. Le barème finalement adopté pour la répartition des contributions gouvernementales pondérait de façon complexe[8] les deux variables possibles, avec des cas particuliers pour certains pays[9].

La Suisse manifesta son désappointement sur le barème utilisé mais s'y rallia, après avoir rappelé que son intérêt dans l'affaire était surtout industriel.

La France, quant à elle, assortit son accord de trois conditions, dont une sine qua non. Elle demandait d'abord que l'évolution du déficit prévu soit suivie de façon précise pour le limiter au minimum – l'Allemagne exprimait d'ailleurs le même désir. Elle exigeait ensuite qu'avant l'été 1968 soit lancée une étude sur l'opportunité d'une fermeture éventuelle de l'usine. Dans cette prise de position apparaissait nettement le relatif désintérêt du pays pour l'entreprise.

Surtout elle subordonnait sa participation à l'application exclusive du contrôle de sécurité d'Euratom à Eurochemic[10]. Le contrôle pouvait en effet juridiquement être exercé par trois instances: Euratom pour deux raisons, de territorialité et de participation de cinq pays parmi les Six ; l'AEEN qui avait son propre système ; l'AIEA dans la mesure où il était prévu de retraiter à Eurochemic des combustibles d'origine américaine ou canadienne. Or la France était alors résolument hostile à tout contrôle de l'AIEA, qu'elle considérait comme «l'œil de Washington»[11] sur ses activités de retraitement, même à la marge comme à Mol.

Enfin le devenir de la Société devait être examiné par un groupe de travail ad hoc.

Deux mois après l'adoption du programme transitoire fut préparé un programme couvrant les années 1970-1974.

*Le Programme futur de la Société (1970-1974)*

L'élaboration du Programme quinquennal

En mai 1967 fut constitué un Groupe de Travail sur les objectifs et la structure de la Société. En novembre 1968 il remit au Groupe spécial un rapport intérimaire, où était soulignée en particulier la nécessité de

---

3 1/3 suivant le capital social, deux tiers suivant le revenu national.

4 CA(67)1 du 31 janvier 1967. Approbation CA/M(67)1.

5 Cf. infra la présentation des structures de 1966 à 1971 et les figures.

6 CA(67)1 Annexe I.

7 NE/EUR/ M (67)1.

8 NE/EUR(67) le présente de façon détaillée

9 Ainsi pour la Belgique, le Portugal et la Turquie, la participation italienne étant réduite aux dépenses de R&D.

10 Voir la partie sur le contrôle de sécurité a la 3e Partie, chap. 4.

11 Il faut évoquer ici la crise contemporaine des relations franco-américaines et sa traduction dans l'OTAN, qui culmina en mars 1966.

prendre des mesures conservatoires pour accroître le volume des capacités de stockage des effluents[12]. Les premiers résultats du retraitement faisaient en effet apparaître que la quantité d'effluents était supérieure aux prévisions. Le rapport final fut remis le 21 mars 1969 [13] et approuvé par le Groupe spécial lors de sa 16e session le 23 avril 1969[14].

Le Conseil de l'OCDE en approuva les conclusions pour ce qui concernait le financement le 22 juillet 1969 [15]. L'OCDE débloquait une enveloppe de 15,09 M UC/AME, le CNEN s'engageait pour 1,480 M. Le déficit restant des années 1964-1969, soit 0,575 M, était également apuré par l'OCDE[16]. Le barème déjà existant allait commander la répartition de l'effort financier jusqu'à la fin du retraitement.

Un déficit à moyen terme accepté

Le programme, après un examen de la situation du retraitement européen[17] et de ses perspectives, établissait les options futures et présentait leur traduction dans un programme d'exploitation et un programme de développement; il examinait également les problèmes de financement et proposait des modifications statutaires.

Malgré des perspectives défavorables à une rentabilité à moyen terme de l'entreprise, il était malgré tout envisagé de poursuivre l'activité. Il faut tenter de comprendre pourquoi.

Les projections concernant les quantités de combustible disponibles pour le retraitement rendaient la rentabilité de l'entreprise impossible à moyen terme, même si l'entreprise réussissait à capter 50% des combustibles LEU[18] et, ce qui était le cas, la quasi-totalité des HEU. Le coût d'exploitation, même en n'y incluant pas l'amortissement des investissements, ne pourrait être équilibré par les recettes d'exploitation qu'avec 200 t/an de LEU, aux prix européens pratiqués par l'UKAEA, qui se trouvaient être très inférieurs aux prix américains annoncés[19].

Or l'évolution des déchargements de combustibles irradiés en tonnes dans les pays participant à Eurochemic concernait de manière très optimiste les quantités présentées dans le tableau suivant. Si on compare ces quantités avec celles qu'il était prévu dans le même document qu'Eurochemic retraitât, l'optimisme commercial apparaît comme plus grand encore[20].

Tableau 44. **Prévisions de l'évolution des déchargements de combustibles irradiés pour la période de 1970 à 1974**

| | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Combustibles retraités à Eurochemic (prévision en t) | 63,7 | 63,7 | 73,7 | 123,7 | 138,7 | 463,5 |
| Combustible déchargé en Europe (prévision en t) | 103 | 94 | 117 | 179 | 302 | 795 |
| *Part du marché européen à prendre par Eurochemic (%)* | *62,0* | *67,7* | *63,0* | *69,1* | *46,0* | *58,3* |

Eurochemic aurait en effet dû s'assurer près de 60% du marché européen. Eût-elle réussi à le faire qu'elle n'aurait pas été rentable pour autant.

En effet la viabilité commerciale d'une entreprise de retraitement était alors estimée possible avec une capacité de 1500 t/an, sur la base d'une exploitation aux 2/3 des capacités, soit 1000 t. Or les prévisions de déchargement n'atteindraient, suivant les estimations d'alors, cette quantité qu'en 1979-1980.

Un déficit d'exploitation serait donc inévitable. La question de l'arrêt du retraitement se posait donc. Le maintien de l'entreprise était cependant jugé souhaitable[21] par le Groupe spécial pour au moins trois raisons, dont la première, technique, peut sembler peu convaincante, les deux autres manifestant bien l'intérêt politique dominant dans le maintien de l'activité :

12 NE/EUR(68)3 du 7 novembre 1968.

13 NE/EUR(69)1 du 28 mars 1969.

14 NE/EUR/M(69)1.

15 C(69)96 du 30 juin 1969.

16 NE/EUR(72)1 p. 4 renvoie à C(69)96 final, un document de l'OCDE absent des archives Eurochemic.

17 Parallèlement se prépare le rapport FORATOM, cf. 3e Partie, chap. 3.

18 C'était l'hypothèse basse du programme.

19 A l'époque 35$/kg d'uranium pour NFS, 28$/kg pour la future usine d'Allied Chemicals.

20 Source des données brutes NE/EUR(69)1.

21 Après enquête auprès des pays membres.

- L'existence d'un lieu de retraitement au cœur de l'Europe constituait un avantage géographique. Elle minimisait en effet les problèmes de transport ;
- Les pays n'ayant pas de capacité de retraitement pouvaient disposer d'informations sur les coûts réels du retraitement et ainsi «exercer un certain contrôle sur le niveau des tarifs» ;
- Enfin Eurochemic permettait la mise à disposition d'un «centre unique pour le développement industriel des techniques de retraitement,» avec des possibilités immédiates; cette dernière proposition tentait de retourner à l'avantage d'Eurochemic la sous-exploitation du Laboratoire, estimée à 30% de ses capacités. Par le maintien de l'activité on espérait attirer d'autres expériences de coopération sur le site.

Le financement se ferait donc par les recettes de retraitement estimées pour la période 1970-1974 à 9,8 M $, soit 37% et par les crédits annuels ouverts au budget OCDE, dans une enveloppe de 16,5 M$, soit 63%. Il n'était donc plus question d'atteindre même à moyen terme l'autonomie financière[22].

Les parts bénéficiaires

Les modifications dans l'équilibre des sources de financement devaient se traduire par un changement des statuts, avec la création de parts bénéficiaires, «afin de mettre les droits et obligations des actionnaires en concordance effective avec leur participation au financement de la Société»[23].

L'attribution des parts bénéficiaires fut décidée par l'Assemblée générale le 26 juin 1969 et approuvée par le Groupe spécial le 16 décembre de la même année. Elle se fit proportionnellement aux montants des contributions «que la plupart [des pays] ont versés en plus de leur contribution au capital social pour couvrir le déficit d'exploitation de la Société»[24].

Une part était attribuée pour 5000 UC/AME de contribution. Elle devait donner droit à une partie des sommes récupérées à l'issue de la liquidation de la société. Cette attribution avait pour effet de modifier la répartition des pouvoirs au sein de l'Assemblée générale[25] de la société au fur et à mesure du versement des contributions[26], en minimisant la part de la Turquie et du Portugal et surtout de l'Italie qui participait par des contributions uniquement volontaires aux seules dépenses de recherche et de développement. Inversement elle accroissait la part de l'Allemagne, de la France et de la Belgique.

Programme d'exploitation et de développement

Un «programme possible» d'exploitation de l'usine prévoyait le retraitement de 445 t de LEU et de 18,5 t de HEU entre 1970 et 1974, avec une augmentation des tonnages de LEU, suivant le calendrier présenté dans le tableau de synthèse ci-dessous.

Sa réalisation, dans la mesure où les premières campagnes de retraitement en avaient démontré la nécessité, supposait des investissements complémentaires. Il fallait en particulier augmenter les capacités de stockage des effluents, modifier les cycles d'extraction, construire des installations de dégainage mécanique et de solidification des effluents. Ces investissements supplémentaires étaient estimés à 4,1 M$ et les frais de renouvellement des équipements à 1,7 M$.

Un programme de développement séparé du programme d'exploitation, d'un montant de 4,8 M$, dont 2,5 M$ pour les frais de personnel, était également décidé[27]. Les objectifs affirmés dépassaient la seule dimension technique du retraitement[28], dans la mesure où ils incluaient des analyses et expérimentations susceptibles de satisfaire tous les participants, actuels ou futurs «retraiteurs» comme futurs clients. Les dix points énoncés concernaient trois thèmes, le développement technique, les recherches économiques, les problèmes de sûreté et de sécurité.

---

22 Pour une comparaison avec les recettes réelles, cf. le bilan financier à la 3e Partie, chap. 4.

23 NE/EUR(69)1, p. 14

24 Sur les parts bénéficiaires voir NE/EUR(69)2 du 1er décembre 1969.

25 Statuts, article 14. Sur les pouvoirs de l'Assemblée générale, «organe supérieur de la Société», voir l'article 10.

26 Chaque souscription de parts bénéficiaires donnait droit à 1 voix de plus à l'assemblée générale, chaque action primitive valant 10 voix.

27 L'éventualité de fragmenter les activités de recherche par des contrats de recherche particuliers avait été envisagée. Mais elle fut écartée, surtout parce que les pays qui n'étaient pas intéressés par l'envoi de combustibles à retraiter n'auraient plus retiré aucun avantage de leur participation à l'entreprise. Par le maintien d'un programme de développement ils alimentaient leur potentiel de recherche.

28 En ce qui concerne les aspects techniques il était par exemple prévu d'examiner la possibilité d'adapter à l'usine un système de dégainage mécanique – "chopping machine", ou d'étudier les possibilités de modification des cycles d'extraction.

Tableau 45. **Le «programme de développement»**

| Thème (s) | Intitulé |
|---|---|
| Technique | Développement de méthodes particulières pour le dégainage<br>Rationalisation des services analytiques<br>Traitement et solidification des effluents |
| Technico-économique | Réutilisation des produits finals<br>Évaluation des rendements et des spécifications des produits finals |
| Économique | Analyse des coûts d'exploitation de l'usine<br>Évaluation permanente des marchés de sous-produits |
| Sûreté-sécurité | Comptabilité des matières fissiles<br>Évaluation des mesures de sécurité et de contrôle de sécurité<br>Édition de manuels sur la sécurité et la criticité |

Il était également prévu de développer la coopération avec les centres nationaux de recherche, en particulier en ce qui concernait les procédés de solidification des déchets.

Cinq années d'avenir assuré

Tableau 46. **Prévisions financières du «programme futur»**[29] **( en M UC/AME)**

| | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dépenses** | | | | | | |
| Usine: Fonctionnement | 3,1 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | **15,1** |
| Usine: Investissements | 2,0 | 1,6 | 1 | 0,6 | 0,6 | **5,8** |
| *Total Usine* | *5,1* | *4,6* | *4* | *3,6* | *3,6* | ***20,9*** |
| Laboratoire | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | **4,8** |
| Remboursement d'emprunts | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | **0,6** |
| *Total* | *5,7* | *5,3* | *5,3* | *5,0* | *5,0* | ***26,3*** |
| **Recettes** | | | | | | |
| Recettes de retraitement | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 2,2 | 2,2 | **9,8** |
| Contributions de l'OCDE | 3,9 | 3,5 | 3,5 | 2,8 | 2,8 | **16,5** |

Le programme quinquennal approuvé le 23 avril 1969 semblait assurer le maintien en vie de l'entreprise et donc de la coopération internationale jusqu'à la fin de 1974.

Ses principes inspirèrent la politique industrielle et commerciale menée par la Société.

***Une ambitieuse politique commerciale***

*La course aux contrats*

Organisation

Si la conclusion des contrats devait recevoir l'autorisation du Conseil d'administration, leur recherche et leur négociation étaient du ressort du Directeur général assisté à partir de la réforme de 1967 par une petite structure directement rattachée à la Direction générale, en liaison avec la Direction de l'administration. Avec la nomination d'Yves Leclerq-Aubreton à la Direction générale cette structure disparut, ce dernier prenant plus personnellement en main ce problème.

Le rythme de signature des contrats

Vingt-huit contrats furent signés entre la fin de 1964 et 1970 [30].

[29] NE/EUR(69)1 p.12.

[30] Un contrat peut concerner plusieurs réacteurs, et plusieurs contrats concerner les livraisons de combustibles provenant du même réacteur. La liste complète des contrats, classée par ordre chronologique, se trouve à la 3e Partie, chap. 4.

Tableau 47. **Rythme des signatures ou des autorisations de signature par le Conseil d'Administration de 1964 à 1971**

| 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 4 | 7 | 5 | 3 | 5 |

Deux contrats seulement furent signés après 1970 [31].

Le nombre des contrats négociés pendant la période fut plus élevé dans la mesure où certains n'aboutirent pas. Ainsi fut autorisé un contrat en 1967 pour des MTR argentins. En 1968 eurent lieu des négociations pour le retraitement de combustibles du réacteur espagnol de Zorita, ainsi qu'avec le CEA pour le retraitement de combustibles du prototype à terre d'un réacteur naval (PAT).

Eurochemic passa ainsi contrat pour les combustibles originaires de 38 réacteurs européens ou canadien[32].

Les types de contrats étaient de deux natures. Des contrats classiques et des contrats à intégration de service d'un type nouveau.

Les contrats «classiques» de retraitement

Ces contrats étaient de deux types : soit des contrats ponctuels prévoyant le retraitement d'une charge ou d'un réacteur, comme le contrat de 1966 passé avec le centre de Würenlingen pour le retraitement de 6 t de combustible de Diorit, soit des contrats–cadres prévoyant le retraitement de plusieurs charges de réacteurs différents ; ces derniers étaient plus nombreux.

Le contrat cadre avec le CEA signé en 1966 concernait par exemple six réacteurs de recherche, Triton, Mélusine, Siloe, Cabri, Pégase et Osiris. Des avenants annuels furent signés et Eurochemic retraita régulièrement leurs combustibles pour le CEA.

Les nouveaux contrats de services à long terme – Le contrat Mühleberg

Le Programme futur de 1969 contenait des instructions sur la politique commerciale générale: il fallait que celle-ci s'adapte à la tendance qui se faisait jour dans l'industrie mondiale du retraitement et qui consistait en l'émergence de la notion de «service du cycle du combustible» : «de plus en plus les exploitants de réacteurs demandent en même temps que le retraitement, des services additionnels tels que le transport des combustibles irradiés, la transformation des produits finals, le renvoi à l'USAEC de l'uranium récupéré ou la remise de cet uranium à l'enrichissement initial pour la fabrication de nouveaux éléments combustibles. Une autre demande des exploitants de réacteurs inclut le rachat des éléments combustibles irradiés. Un tel contrat suppose que l'entreprise de retraitement [...] commercialise les matières fissiles récupérées. Cela conduit à l'offre du cycle complet du combustible qui présente l'avantage de permettre d'équilibrer financièrement l'ensemble des opérations du cycle»[33].

Il s'agissait donc de décharger les producteurs d'électricité de l'ensemble des opérations en aval et en amont de l'exploitation du réacteur électrogène.

Tenant compte de la modification de la demande, le programme de 1969 proposait par exemple des services consistant «à prendre en charge les éléments de combustibles irradiés dans les installations du producteur d'électricité et à les remplacer par de nouveaux éléments prêts à être utilisés»[34].

Cette intégration supposait la multiplication des accords d'association et de sous-traitance, notamment avec l'industrie européenne du transport des combustibles irradiés – Transnucléaire et ses filiales italiennes ou allemandes, les convertisseurs de l'uranium, Ugine-Kuhlmann, les fabricants d'éléments combustibles, le voisin MMN en Belgique, CERCA en France ou Nukem en Allemagne. Elle pouvait aussi stimuler à Eurochemic le développement de certaines nouvelles activités.

La Direction générale de l'entreprise tenta de s'adapter à cette modification du marché. Yves Leclerq-Aubreton avait déjà, comme Directeur de l'administration, envisagé de faciliter la conclusion de tels accords par

---

31 L'un, signé en 1971, concernait le réacteur allemand de Stade, et ne put être exécuté, le réacteur n'étant entré en fonctionnement qu'en 1972. L'autre contrat signé en 1972 concernait le réacteur du navire allemand à propulsion nucléaire Otto Hahn. Des contacts avaient été pris par l'intermédiaire des Britanniques pour le retraitement de MTR japonais, mais ne débouchèrent pas.

32 Cf. 3e Partie, chap. 4 et son annexe sur les principales caractéristiques des réacteurs retraités par Eurochemic.

33 NE/EUR(69)1 p. 3.

34 Ibid. p. 7

un projet resté sans suite de création d'un organisme financier qui aurait réalisé les opérations de clearing correspondant aux mouvements des matières fissiles entre les différents intervenants, FINUCLEAIRE [35].

Il allait incarner avec force cette politique une fois devenu Directeur général.

Un dépliant publicitaire diffusé entre 1969 et 1972 dont la première page et des extraits de la troisième sont reproduits en Figure 83 exprime bien la volonté d'Eurochemic de se présenter comme un prestataire de service polyvalent, comme le carrefour européen de la sous-traitance nucléaire.

Cette nouvelle politique de contrats se traduisit par la négociation et la signature d'un contrat à long terme concernant la centrale suisse de Mühleberg, alors en construction.

Celui-ci exprimait bien la nouvelle stratégie qui consistait à établir des relations commerciales à long terme en prenant contact avec les exploitants de réacteurs dès la pose de la première pierre, c'est-à-dire à l'époque environ six ans avant le premier déchargement, pour conclure des contrats de service eux aussi à long terme[36].

Le contrat Mühleberg[37] fut signé conjointement avec l'exploitant suisse, les Bernische Kraftwerke AG, et le fournisseur de combustible et transporteur allemand STEAG (Steinkohlen Elektrizitäts AG) le 31 décembre 1969. Il s'agissait d'un contrat à long terme, qui devait démarrer en 1975, à prix fixé à l'avance (65 M DM). Il comprenait toute une série de services autres que le retraitement, comme le transfert de l'uranium et du plutonium retraités. Il portait entre autres des clauses sur la conversion de 100 t d'uranium en hexafluorure et sur la production de 600 kg de plutonium. Le contrat s'articulait en effet avec le projet d'extension de l'activité dont la création de la Société de Fluoration (SFU) de l'uranium devait être la première étape.

### *Vers une diversification industrielle sur le site – L'intégration d'un service d'aval du cycle du combustible par la création de la Société de Fluoration de l'Uranium (SFU)*

La politique de développement des services de retraitement trouva dès septembre 1969 une première application dans la création de la SFU sur le site d'Eurochemic[38]. Eurochemic était à la fois le bureau d'études et l'exploitant industriel pour le compte de la Société. Son objet était dans un premier temps de transformer des solutions de nitrate d'uranium au taux d'enrichissement maximal de 3,5%, le produit final de l'usine de retraitement, en tétrafluorure $UF_4$. Ultérieurement devait s'ajouter une unité de conversion de tétrafluorure en hexafluorure $UF_6$, le produit de base des usines d'enrichissement. Par ce dispositif Eurochemic réalisait une extension indirecte du champ de ses activités vers la boucle du recyclage des produits de retraitement.

Des entreprises ou agences nucléaires de sept pays membres d'Eurochemic fondèrent la SFU, l'Italie s'y associant par le biais du CNEN mais sans prendre de participation au capital

La part belge dépassait le tiers du capital; s'exprimait là le souci permanent de la Belgique de réaliser sur son territoire des installations permettant de couvrir l'ensemble du cycle. Les producteurs d'énergie allemands étaient présents pour 21,125 %. La participation d'Ugine-Kuhlmann ne saurait étonner puisque cette société est très présente dans l'amont du cycle, la fabrication de l'uranium enrichi notamment[39]. Les autres actionnaires étaient minoritaires.

Eurochemic réalisa une étude pour l'installation. Les travaux furent achevés à la fin mai 1970 et l'atelier entra immédiatement en fonction, alors que l'usine de retraitement venait d'être arrêtée pour décontamination et réparations. Le premier tétrafluorure produit fut transformé en hexafluorure dans une usine pilote installée à côté de l'usine d'enrichissement de Pierrelatte et expédié aux Etats-Unis. Un projet pour une unité de transformation en hexafluorure située à Mol fut alors lancé mais il ne connut pas même un début de réalisation. Bien au contraire l'atelier de tétrafluorure fut fermé à la fin de 1970. Eurochemic renonça par la suite à être l'exploitant de la SFU.

---

35 LECLERQ-AUBRETON Y., ASYEE J., NORAZ M. (1968), conclusion.

36 Il s'agissait là d'un pari sur la survie du retraitement au-delà de la durée initialement prévue par la Convention, et qui était en contradiction avec la décision prise dans le programme quinquennal de ne pas prendre d'engagements au delà de 1974. Cependant cette stratégie put être menée par le Directeur général sans qu'il essuie à l'époque de critique de son Conseil d'administration. Ce fait laisse penser qu'il y avait au Conseil des membres plutôt favorables à la poursuite du retraitement après cette date.

37 AtW (1970), p.57. Le contrat comprenait le retraitement ainsi que le transfert de l'uranium et du plutonium "sowie die Versorgung des Reaktors mit Natururan als Ausgangsmaterial für die Herstellung von angereichertem Uran".

38 RAE 1969, p. 4 et 5. La source ne donne que la répartition du capital de cette société extérieure à Eurochemic, et non le montant du capital, qui devait au demeurant être assez modeste.

39 Sur les activités nucléaires d'Ugine-Kuhlmann à l'époque, cf. RENAUD J. (1970).

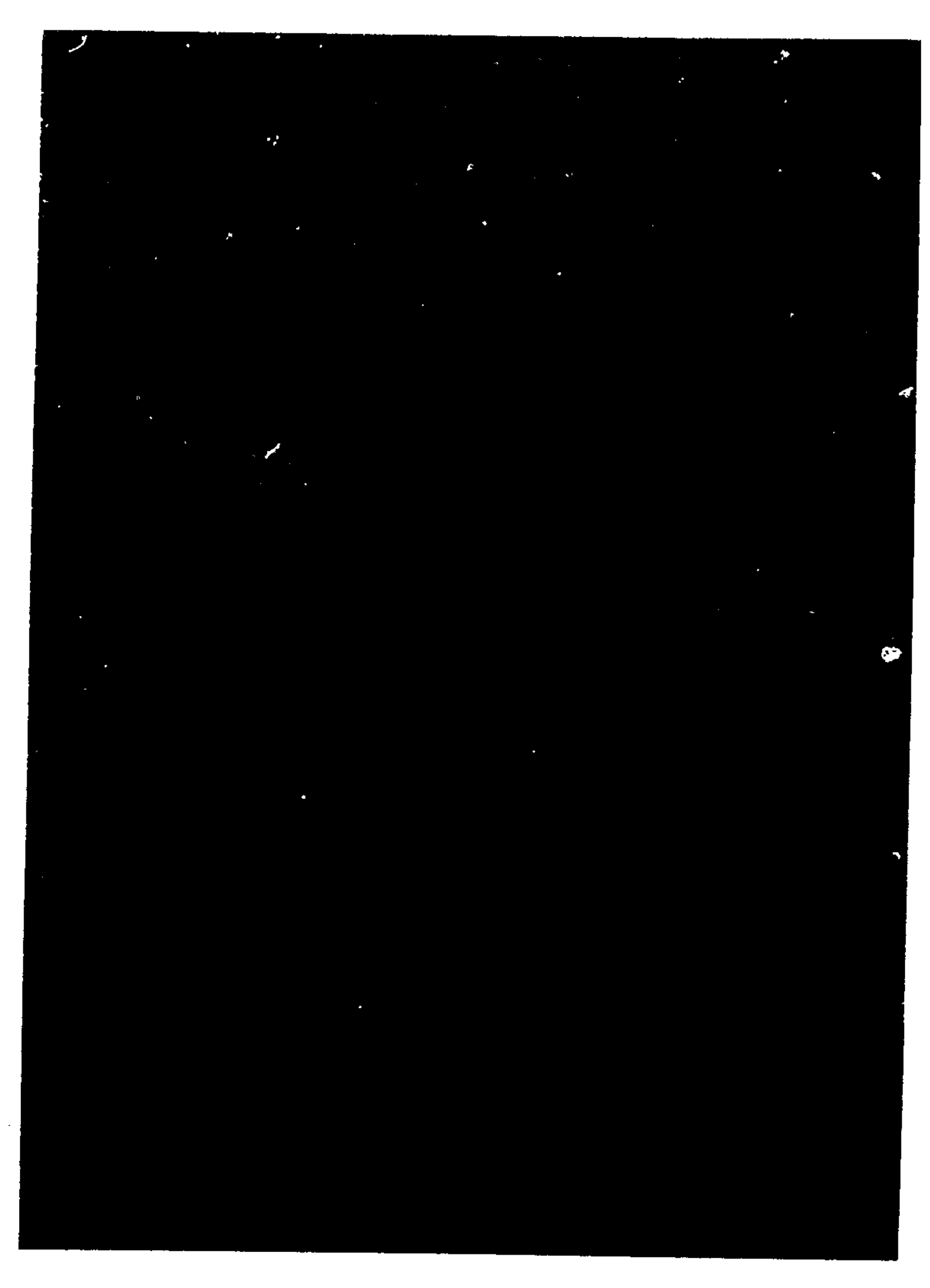


**Figure 83.** Première des quatre pages d'un dépliant publicitaire imprimé entre 1969 et 1971, vantant la polyvalence des services offerts par Eurochemic, tant en ce qui concerne le retraitement que les «services nucléaires». Le texte de la page 3 précise (les caractères gras sont employés dans la source : "**Eurochemic** forms the necessary industrial link in the **european fuel cycle** between reactor operators and the various national and international firms dealing with irradiated fuel transport, uranium and plutonium product conversion, fuel element fabrication, etc. [...] **Eurochemic**, in the peaceful application of nuclear energy, promotes fuel cycle activity in **Europe** and co-operates with **nuclear industry** in providing tailor-made fuel cycle contracts for reactor operators. **Eurochemic** in close cooperation with nuclear research centers continually develops new techniques in the field of aqueous reprocessing and the recovery and supply of **by-products**. **Eurochemic**'s ability to reprocess large quantities of all different types of fuel elements **guarantees** a future for **european nuclear industry** and consequently helps to reduce the cost of nuclear power in Europe."

Tableau 48. **Actionnaires de la SFU**

| Société ou agence | Part dans le capital | Nationalité |
|---|---|---|
| SGMH (Hoboken) | 21,125 | belge |
| Société technique d'entreprises chimiques | 15,625 | belge |
| Société Ugine-Kuhlmann | 15,625 | française |
| STEAG (Steinkohlen-Elektrizität AG) | 15,000 | allemande |
| RCN (Reactor Centrum Nederland) | 9,625 | néerlandaise |
| Gesellschaft für Stromerzeugung und Energieversorgung mbH | 6,125 | allemande |
| Atomic Energy Commission Denmark | 5,625 | danoise |
| Institutt for Atomenergi (IFA) | 5,625 | norvégienne |
| AB Atomenergi | 5,625 | suédoise |

## Les réorganisations de l'entreprise – Le rôle limité des laboratoires

### *Les structures de l'entreprise (1966 à 1971)*

*Des effectifs en décroissance inégale suivant les Directions*

En application du programme de 1967 l'entreprise vit ses effectifs décroître lentement jusqu'en 1971. Le tableau suivant en détaille l'évolution, mesurée au 31 décembre.

Tableau 49. **Evolution des effectifs de l'entreprise de 1967 à 1971**

| Année | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 |
|---|---|---|---|---|---|
| Effectifs | 364 | 354 | 326 | 310 | 301 |
| Variation d'une année sur l'autre | -14 | -10 | -28 | -16 | -9 |
| % de variation par rapport à l'effectif de la fin de l'année précédente. | -3,7 | -2,7 | -7,9 | -4,9 | -2,9 |

Tableau 50. **Evolution des effectifs de 1966 à 1969 suivant les catégories de 1966** [40]

| 1. Chiffres bruts | 1966 | 1969 |
|---|---|---|
| Santé-sécurité | 29 | 33 |
| Direction technique | 204 | 220 |
| Direction générale, administration et autres. | 64 | 58 |
| R&D | 81 | 34 |
| **2. En pourcentage** | **1966** | **1969** |
| Santé-sécurité | *7,7* | *9,6* |
| Direction technique | *54,0* | *63,8* |
| Direction générale, administration et autres. | *16,9* | *16,8* |
| R&D | *21,4* | *9,9* |

Tableau 51. **Distribution des effectifs par grands pôles fonctionnels de 1969 à 1971**

| 1. Chiffres bruts | 1969 | 1970 | 1971 |
|---|---|---|---|
| HSD (santé et sécurité) | 33 | 33 | 30 |
| POD (usine) | 179 | 171 | 148 |
| ALD (laboratoire analytique) | 41 | 39 | 28 |
| IDL (laboratoire de recherches) | 34 | 40 | 28 |
| Administration (sans personnel de Direction) | 25 | 23 | 35 |
| Autres | 33 | 39 | 32 |
| Total | *345* | *345* | *301* |
| **2. En pourcentage** | **1969** | **1970** | **1971** |
| HSD (santé et sécurité) | *9,6* | *9,6* | *10,0* |
| POD (usine) | *51,9* | *49,6* | *49,2* |
| ALD (laboratoire analytique) | *11,9* | *11,3* | *9,3* |
| IDL (laboratoire de recherches) | *9,9* | *11,6* | *9,3* |
| Administration (sans personnel de Direction) | *7,2* | *6,7* | *11,6* |
| Autres | *9,6* | *11,3* | *10,6* |

[40] Pas de données par fonction pour 1967 et 1968.

Les réductions d'effectifs affectèrent surtout la fonction de recherche et développement et dans une moindre mesure la Direction technique. Alors qu'elle comportait 81 salariés en 1966, la R&D n'en comptait plus que 28 en 1971.

La Direction technique s'accrut jusqu'en 1969 jusqu'à 220 salariés, pour retomber à 176 en 1971. Les effectifs de santé et sécurité restèrent à peu près stables. Les employés administratifs s'accrurent légèrement à partir de 1970.

En 1971 les personnels hors production, hors recherche et hors santé et sécurité représentaient près du tiers de l'effectif global. Ce gonflement administratif et para-administratif était lié à la place donnée à la recherche des contrats et au développement de nouveaux projets.

L'évolution de la composition du personnel confirmait d'autre part la tendance à la belgisation qui avait été amorcée dès la première moitié des années soixante.

*L'instabilité de l'organigramme* (Figures 84 à 87)

L'organisation générale de l'entreprise subit de nombreuses modifications, liées à la succession des programmes jusqu'en 1969 et aux changements d'hommes.

La structure de la fin de 1966 était encore articulée autour de trois Directions: administration, recherche et technique. Le départ de Teun Barendregt en juin 1967 [41] et la mise en place du plan transitoire entraînèrent la suppression de la Direction des Recherches et sa fusion avec la Direction technique, désormais dirigée par l'ancien Directeur des Recherches Emile Detilleux.

A partir de 1967 la structure directionnelle devint binaire. Le départ du Directeur général Rudolf Rometsch pour l'AIEA à la fin du mois d'août 1969 [42] combiné avec la mise en place du programme quinquennal entraîna une réorganisation.

C'est la Direction générale qui devint en quelque sorte bicéphale. Le nouveau Directeur général était en effet l'ancien Directeur de la Division administrative, qu'il avait dirigée depuis avril 1960, Yves Leclerq-Aubreton ; ce n'était pas un scientifique, mais un ancien marin passé dans l'administration du CEA avant de rejoindre Eurochemic[43]. Son choix était lié à la combinaison de plusieurs facteurs.

La France, principal actionnaire, n'avait pas encore occupé la tête de l'entreprise; les talents administratifs d'Yves Leclerq-Aubreton étaient bienvenus au moment où un des objectifs prioritaires de l'entreprise étaient de négocier de nouveaux contrats. Il semblait enfin logique qu'un Directeur de division fonctionnelle succédât à un autre ancien Directeur de division fonctionnelle[44]. La nomination d'un Belge à la tête de l'entreprise aurait limité l'image internationale d'Eurochemic, alors que la «belgisation» de l'entreprise se poursuivait.

Mais un Belge chargé plus spécifiquement des aspects scientifiques et techniques de l'entreprise assistait Yves Leclerq-Aubreton comme Directeur technique adjoint au Directeur général. C'était Emile Detilleux[45].

---

[41] Teun Barendregt quitta l'entreprise alors que l'usine était désormais pleinement opérationnelle. Il devint Directeur général de l'un des architectes industriels d'Eurochemic, Comprimo, où il s'occupa aussi bien d'instrumentation et d'ingénierie nucléaire que pétrolière. Il devait au milieu des années soixante-dix partir au Brésil comme conseiller technique de Nuclebras à l'occasion de la négociation du «contrat nucléaire du siècle» avec l'Allemagne. Cf. 4e Partie, chap. premier.

[42] Rudolf Rometsch devint Inspecteur Général de l'AIEA, ce qui lui conféra le rang de Directeur général adjoint. Il contribua à bâtir le système des garanties ("safeguards") liées au TNP. Il resta à l'AIEA jusqu'en 1978, avant de devenir en Suisse le Président de l'organisme suisse de gestion des déchets radioactifs, la CEDRA/NAGRA.

[43] Marcel Leclerq, né en 1920 dans le Nord, avait embrassé la carrière militaire comme engagé volontaire en 1938 et rejoignit en septembre 1940 le général de Gaulle en Angleterre. Il fut formé à l'Ecole Navale de la France Libre en 1941. Il prit comme nom de guerre Yves Aubreton et lui accola son nom de famille après la guerre. Il participa aux guerres coloniales de Madagascar et d'Indochine comme commandant de la flottille de bombardement 28F de la marine. Après Dien Bien Phu il devint adjoint au chef de la section aéronautique au sein de l'Etat-major général de la marine nationale, mais quitta celle-ci en 1957 à la suite de divergences de vues avec ses supérieurs. Il se reconvertit alors dans l'administration du CEA, avant de rejoindre Eurochemic en 1960.

S'il n'avait pas de connaissances techniques en matière chimique ou nucléaire, il n'ignorait pas les problèmes de l'administration des choses techniques grâce à sa formation et, en tant qu'ancien élève de l'Ecole navale, il portait le titre d'ingénieur.

[44] Rudolf Rometsch avait été Directeur des Recherches du temps d'Erich Pohland.

[45] Cette structure bicéphale peut faire penser à l'organisation du CEA, associant un Administrateur général et un Haut-Commissaire scientifique.

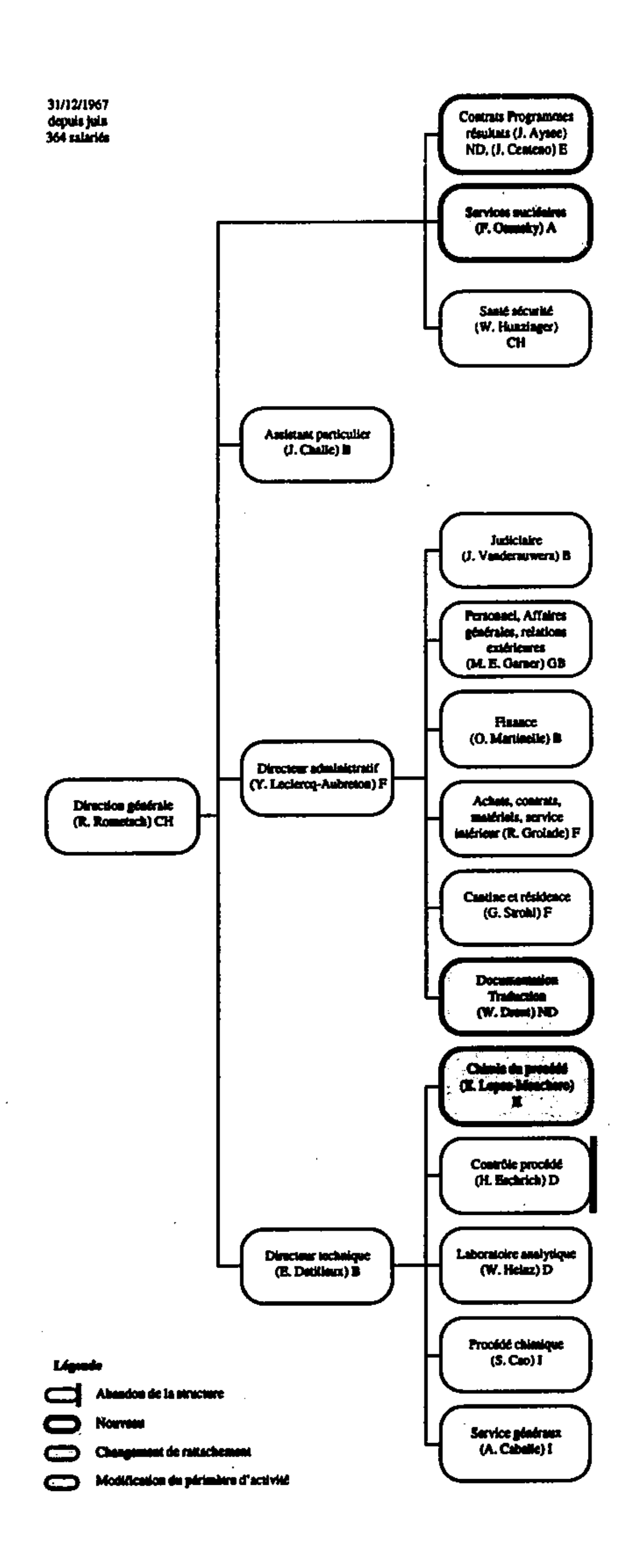



**Figure 84.** Organigramme de la société à partir de juin 1967. (Source : RAE 1967.)

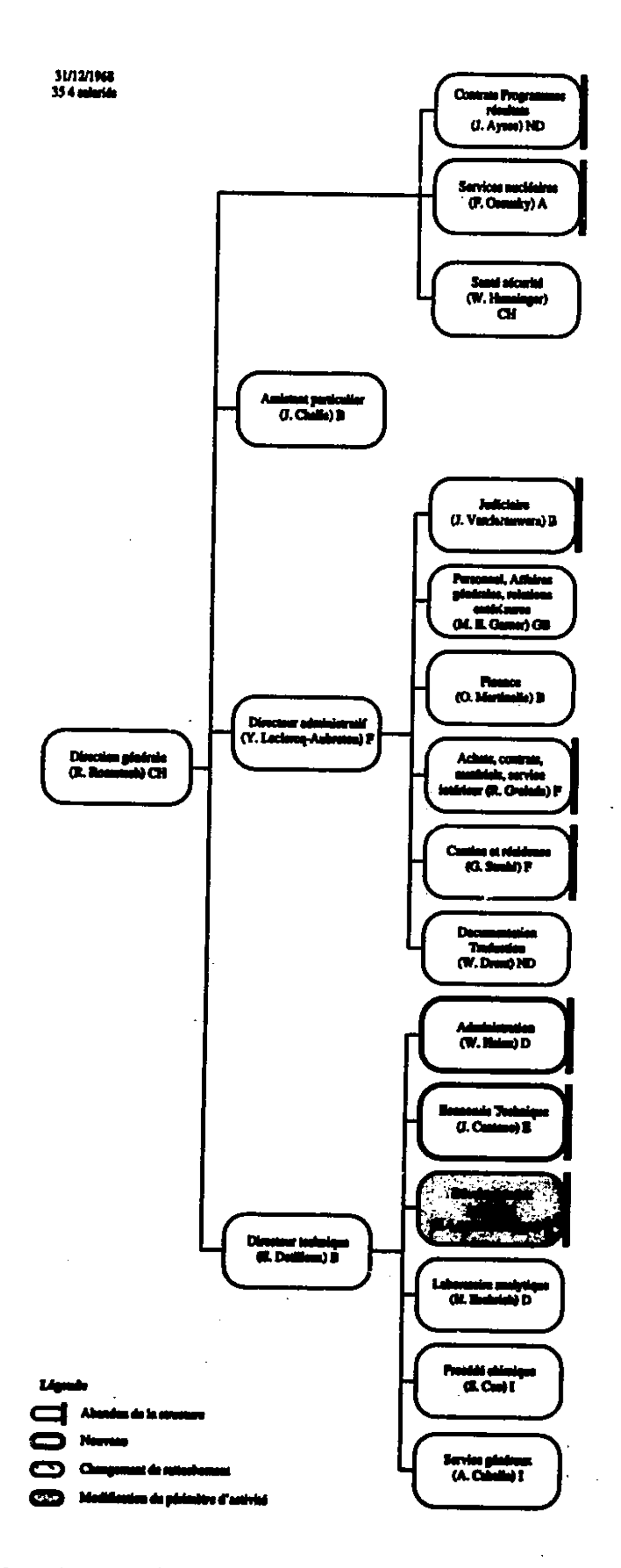



**Figure 85. Organigramme de la société à la fin de l'année 1968. (Source : RAE 1968.)**

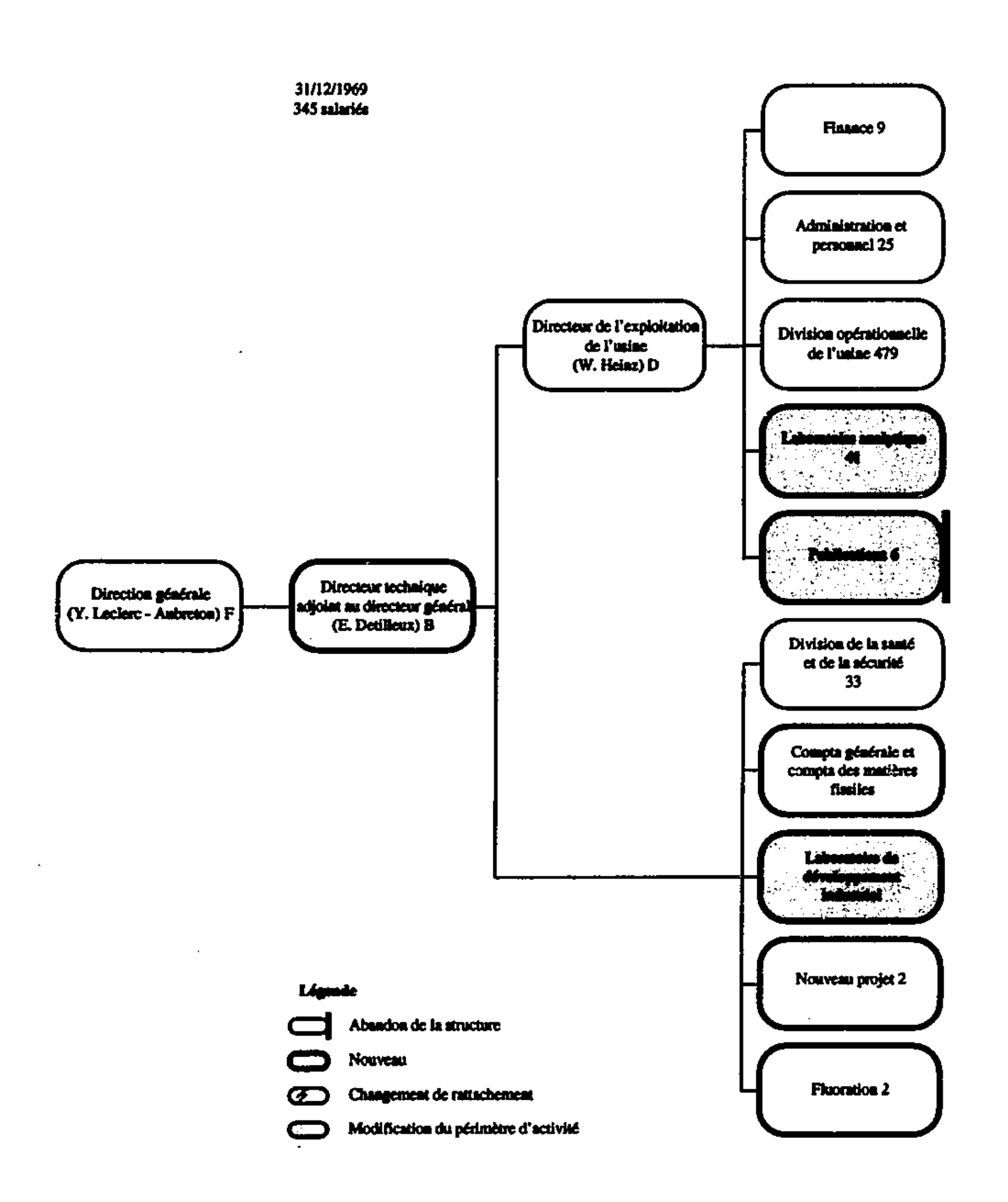



**Figure 86.** Organigramme de la Société à la fin de l'année 1969. (Source : RAE 1969.)

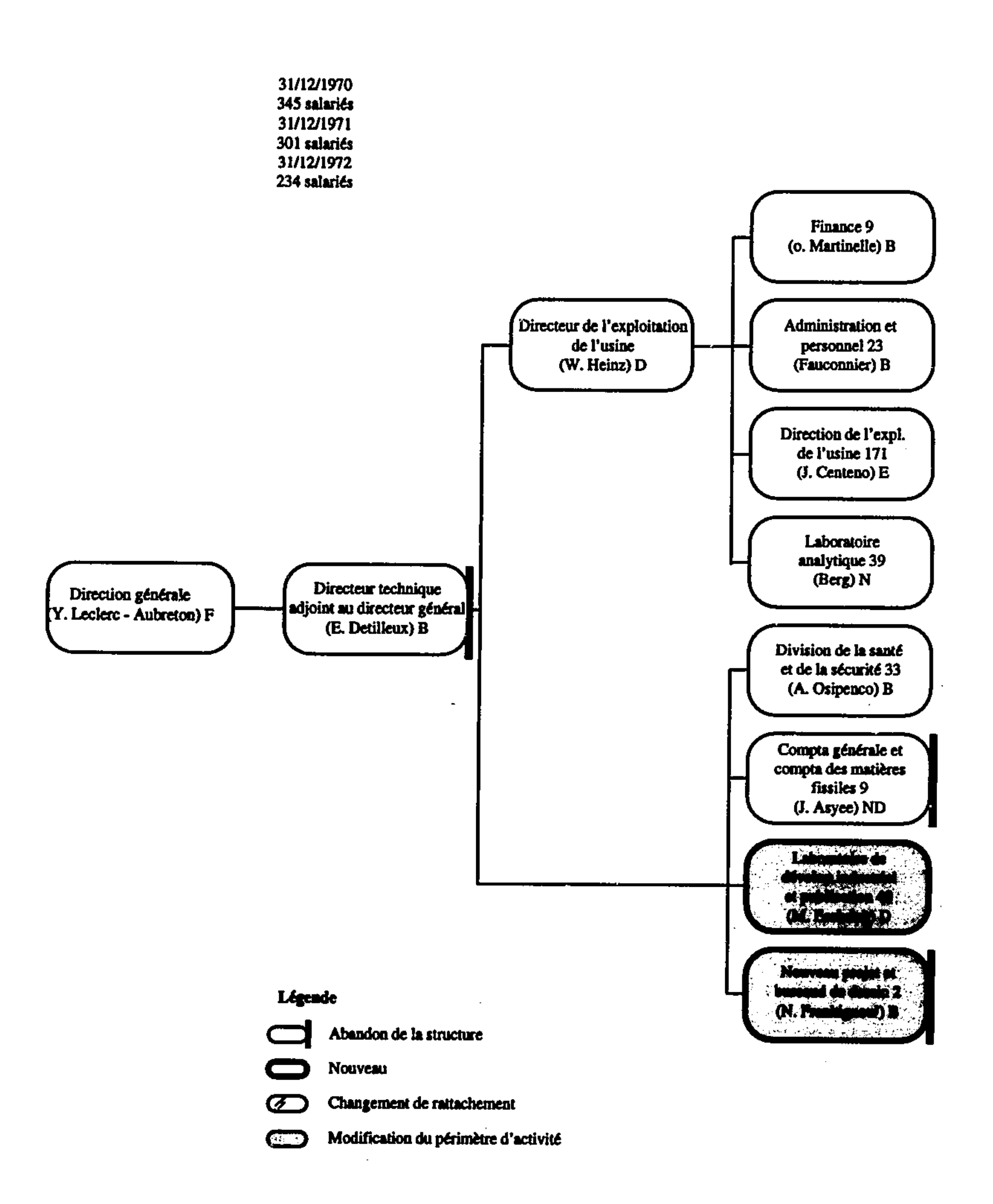



**Figure 87.** Organigramme de la Société de 1970 à la fin de 1972. (Sources : RAE 1970, 1971, 1972.)

Ne subsista donc plus dans l'organigramme qu'une Direction fonctionnelle de laquelle dépendait une partie seulement des sections, la Direction de l'exploitation de l'usine ou Plant Operation Management[46]. Le Directeur de l'usine était Wilhelm Heinz, un Allemand qui avait dirigé le laboratoire de recherche analytique de 1964 à 1967 et l'administration de la Direction technique en 1968. Il dirigeait cinq sections (appelées Divisions), les quatre autres étant directement rattachées à la Direction générale.

En 1969 donc émergeaient de nouvelles structures. L'entreprise s'articulait désormais autour de cinq pôles fonctionnels :

- La Direction de l'usine chapeautait deux pôles ;
- La Division opérationnelle de l'usine qui rassemblait toujours la plus grosse part de l'effectif (POD : Plant Operation Division) faisait fonctionner l'usine. Le travail y était réparti par quarts ;
- Elle était assistée par le Laboratoire analytique (ALD : Analytical Laboratory Division), qui fonctionnait lui aussi, mais pour partie seulement, par quarts ;
- La santé et la sécurité (HSD : Health and Security Division) était dirigée jusqu'en juin 1970 par le Suisse Werner Hunzinger, auquel succéda le Belge André Osipenco, mis à disposition par le CEN ;
- Le développement industriel (IDL : Industrial Development Laboratory) était comme la HSD directement rattaché à la Direction générale. L'IDL réunissait ce qui restait de la fonction de recherche. La dénomination, en ne reprenant pas le mot recherche, exprimait le caractère exclusivement appliqué de ses travaux.

Le dernier pôle était le pôle administratif.

Diverses petites sections se multiplièrent de 1969 à 1971 jusqu'à représenter 30 personnes.

***Les activités du laboratoire de développement industriel (IDL)***

Dès le mois de juillet 1966 le Laboratoire de recherches avait été rebaptisé Laboratoire de Développement industriel, et ses Divisions travaillèrent en collaboration de plus en plus étroite avec leurs correspondantes de la Direction technique[47] (Division analytique et Division de l'instrumentation de l'usine; Division chimie du procédé et Division du procédé chimique de l'usine; Station d'essai et services généraux de l'Usine). Emile Detilleux succéda à Teun Barendregt qui avait quitté la Direction technique en juin 1967. La Direction des recherches fut en conséquence supprimée et ses divisions restructurées. Certaines disparurent par fusion du personnel dans les divisions techniques, la POD et l'ALD; les activités de recherche appliquées et celles de développement furent réduites à deux Divisions, la Division du Développement industriel et la Division du contrôle du procédé. Le personnel employé dans la recherche diminua de moitié entre la fin de 1966 et la fin de 1969[48]. En 1969 ces deux divisions furent regroupées en application du programme de transition de 1967. Le Laboratoire de Développement Industriel (IDL) désigna désormais non plus le bâtiment mais la Division. L'évolution des effectifs traduit en chiffres la réduction des ambitions de la R&D à Eurochemic et le recentrage sur les seules activités directement liées à l'activité de l'usine, que l'on peut regrouper sous trois rubriques[49]:

- l'assistance à l'usine ;
- l'amélioration des procédés et des contrôles ;
- l'étude du traitement des déchets.

*L'assistance à l'usine. L'extraction du plutonium de ZOE*

L'assistance à l'usine fut particulièrement importante lors de la phase initiale. Un épisode significatif est celui de la coopération entre l'usine et le laboratoire pour le retraitement d'éléments combustibles issus de ZOE[50] (EL1). Il s'agissait de 2 t d'un mélange d'oxyde d'uranium et d'uranium métal, contenant entre 30 et 35 g de Pu. La teneur en isotope fissile 239 était exceptionnellement élevée, 99,88%, en raison du faible taux d'irradiation du combustible, 24,5 MWj/t. Cet état de chose en faisait un matériau de grand intérêt pour les

---

46 A partir de 1969, pour des raisons d'économie, les rapports d'activité ne sont plus bilingues mais rédigés en anglais.

47 DETILLEUX E. (1966).

48 Les rapports annuels sont significativement muets sur les effectifs consacrés à la recherche pendant les années de restructuration 1967 et 1968.

49 Hubert Eschrich, ETR 318, p. 68 et 80-82.

50 Rudolf Rometsch, ETR 318, pp.45-46.La première charge avait été retraitée dans le pilote de Châtillon. Elle avait fourni une centaine de grammes de plutonium, confiés aux métallurgistes du CEA pour faire les essais en vue de la fabrication de la bombe.

études physiques. De plus, l'installation d'Eurochemic étant encore vierge de toute contamination, il était possible de récupérer ce plutonium sans en altérer la composition isotopique par mélange avec des reliquats de campagnes antérieures. C'est pour cette raison que le CEA demanda de façon pressante qu'il soit tenté d'en récupérer au moins un gramme.

Le combustible fut traité dans l'usine en appliquant des conditions particulières d'extraction, notamment une acidité très élevée et plusieurs recyclages de la solution dans le premier cycle afin de concentrer le plutonium dans le raffinat de l'extraction. Le premier cycle d'extraction fut répété plusieurs fois pendant des semaines. La réduction du plutonium se fit ensuite par du ferrosulfamate à haute dose[51]. Ainsi furent obtenus 2000 l d'une solution aqueuse très acide contenant, outre un kilogramme de fer et un autre de boue de composition indéterminée[52], 30 g de plutonium.

Cette solution qui ne pouvait être traitée par l'usine fut confiée au laboratoire. Maurizio Zifferero, membre du Comité technique, avait signalé l'efficacité de la trilaurylamine (TLA), développée en Italie comme agent d'extraction particulièrement efficace pour le plutonium. Des expérimentations sur la TLA avaient déjà été faites durant la période de construction à Eurochemic.

M. Lopez-Menchero commanda donc 200 l de TLA et vingt récipients de séparation[53] d'une contenance de vingt litres. Des techniciens furent empruntés pendant une semaine à l'usine pour opérer l'extraction. Le plutonium fut ainsi isolé par une méthode inusitée adaptée à un problème inhabituel. 26 grammes de dioxyde de plutonium contenant 99,88% de Pu 239 furent ainsi extraits et livrés au CEA, qui paya un supplément de 6000$ pour cette prestation qui n'avait initialement pas été prévue dans le contrat.

*L'amélioration du procédé de réduction du plutonium – La substitution du nitrate uraneux au sulfamate ferreux*

Un second exemple de coopération concerna la mise au point de phases du procédé qui n'étaient pas encore totalement définies alors que débutait l'exploitation, comme le problème de la réduction du plutonium par d'autres réactifs que par le sulfamate ferreux, qui avait l'inconvénient reconnu d'apporter du fer dans les effluents.

On pensait à l'époque à lui substituer comme agent réducteur le sulfate d'uranium 4. Mais l'utilisation de ce sel accroissait les risques de corrosion de l'équipement. Le Comité technique envisagea alors d'employer du nitrate d'uranium à la valence 4. Les recherches entreprises en laboratoire à Eurochemic démontrèrent que, s'il n'était pas possible de préparer des cristaux stables de nitrate uraneux pur $U(NO_3)_4$ [54], il était par contre possible de préparer un sel double de nitrate d'uranium 4 et de dinitrate d'hydrazine.

Le transfert de ce procédé dans l'usine fit l'objet d'une coopération étroite entre les membres de l'IDL et ceux du POD et déboucha finalement sur l'adoption d'une autre méthode, la réduction électrolytique du nitrate d'uranyle en solution très pure, pour donner une solution de nitrate uraneux stabilisée par de l'hydrazine[55]. Des solutions de nitrate uraneux furent ainsi employées dans l'usine pour réduire le plutonium[56].

A d'autres occasions l'IDL contribua à la recherche de solutions à des problèmes rencontrés dans l'usine, travaillant par exemple sur le dégainage mécanique ou contribuant à la construction du premier précipitateur en continu d'oxalate de plutonium.

Lorsque l'usine fut pleinement opérationnelle, l'IDL s'occupa de problèmes connexes au retraitement, comme la dissolution de combustibles au graphite[57] ou la récupération de produits annexes du retraitement, neptunium 237, krypton 85, ou encore la conversion du nitrate d'uranium en tétrafluorure d'uranium – en liaison avec les projets de création de la SFU – ou en dioxyde. La séparation par chromatographie fut développée pour la récupération du strontium et du césium des déchets. Des méthodes d'extraction par chromatographie furent expérimentées, à la fois pour l'uranium et le plutonium provenant de combustibles de réacteurs homogènes et pour des déchets de fabrication des MOX.

---

51 "The tenfold amount of reducing agent."

52 "Indefinite crud."

53 Separation funnels.

54 Cela supposait en effet d'associer en composition un cation réducteur et un anion oxydant.

55 On cristallisa en effet en laboratoire un sel double de nitrate d'uranium 4 et de dinitrate d'hydrazine, [U(NO3)4.4(N2H4.2HNO3).2 H2O].

56 Par la suite fut développée une autre variante, la réduction électrolytique directe dans la colonne de partition, utilisée à la Hague et prévue pour Barnwell.

57 C'était, d'après B. Lenail, Directeur des relations extérieures de La Hague, une «colle» du CEA, qui avait connu les pires difficultés avec ce type de combustible «exotique». Eurochemic ne fit d'ailleurs pas mieux que les Français.

*Le développement en matière de déchets*

L'IDL s'occupa, à mesure que s'approchait la fin du programme d'exploitation, de plus en plus de l'essai de procédés de stabilisation des différents effluents de l'usine, c'est-à-dire de la solidification des effluents de haute activité, du bitumage des effluents de moyenne activité et du traitement des solvants usés. Il contribua ainsi à préparer les choix qui furent faits pour la période de gestion des déchets radioactifs[58].

Mais l'essentiel du personnel de l'entreprise contribuait directement ou indirectement au fonctionnement quotidien de l'usine de retraitement. C'était le cas des ingénieurs et des techniciens du laboratoire analytique.

***Le rôle du laboratoire analytique (ALD) (1966-1971)***

Le laboratoire analytique de l'usine (Figures 88 à 91) comptait 41 personnes en 1969 et 28 en 1971.

Pendant la période de construction avait été mis au point un manuel analytique, qui retenait les méthodes les plus efficaces et précisait la conduite des travaux d'analyse. D'autres méthodes s'ajoutèrent aux précédentes au cours des années.

Le démarrage du retraitement submergea le laboratoire analytique de demandes d'analyses et en 1967 le hiatus entre les besoins et les possibilités de l'effectif des techniciens amenèrent des retards puis des lacunes dans la réalisation du programme analytique. Il s'ensuivit une réduction des demandes.

Le matériel installé se révéla dans certains cas défectueux, en particulier certaines boîtes actives ; des contaminations eurent lieu et le personnel fut exposé de manière non négligeable[59] en raison de la combinaison entre son inexpérience relative et la charge du programme de travail.

Jusqu'en 1970 l'ALD se divisait en deux groupes: le laboratoire de contrôle du procédé (le terme n'est utilisé dans les rapports que tardivement) fonctionnait en parallèle avec l'usine, c'est-à-dire en trois équipes ; il était chargé des analyses de routine permettant le suivi du bon déroulement des opérations de retraitement ; en 1968 par exemple il procéda à 20 111 dosages, soit 387 par semaine, avec un maximum de 850 en une semaine.

Le second groupe était celui des analyses spéciales, spectrométrie de masse, pour les analyses d'entrée, analyses spectrométriques. Il travaillait en étroite relation avec le service de comptabilité analytique[60].

Pendant la campagne de décontamination, de vérifications et d'amélioration de 1970-1971, le travail de routine fut réduit à l'analyse des solutions de rinçage, l'ALD en profita pour améliorer certaines méthodes d'analyse, nettoyer et décontaminer les boîtes, installer de nouveaux équipements et se roder à l'utilisation d'un ordinateur.

La baisse des effectifs en 1971 fut surtout liée à des départs volontaires qui posèrent des problèmes. En effet la perspective de fermeture de l'usine entraîna de nombreux spécialistes à rechercher des emplois ailleurs. Ils ne purent être remplacés.

**Le POD et l'usine-pilote – Chronique d'un apprentissage technique (juillet 1966-mai 1970)**
(Figures 92 et 93)

Pendant les quatre premières années du retraitement, c'est peu à peu, à la suite de l'expérience gagnée au cours de chaque campagne, qu'a été accumulé le capital de connaissances et de savoir-faire nécessaire à l'exploitation de l'usine dans de bonnes conditions. Il n'est pas question dans les sources ni dans les témoignages de théorisation du retraitement. Il s'agit de données chiffrées concernant chaque campagne, sous-campagne, lot, de la manière dont chaque élément ou groupe d'éléments combustibles a été successivement déchargé, stocké en piscine, dégainé, dissous, de la façon dont l'uranium et – pour les LEU – le plutonium ont été séparés des produits de fission, puis séparés l'un de l'autre et purifiés.

Les rapports annuels comportent un bilan annuel des campagnes HEU ou LEU de l'année. Le bilan des campagnes ayant eu lieu à cheval sur deux années est réparti sur les deux rapports. Pour chaque période sont regroupées les analyses par segment technique, suivant l'ordre présenté dans le tableau 52.

[58] Cf. 4e Partie, chap. 2.

[59] Cf. l'analyse des incidents en la 3e Partie, chap. 4.

[60] Voir la section sur le contrôle de sécurité en la 3e Partie, chap. 4.

BÂTIMENT DE TRAITEMENT



**Figure 88.** Plan simplifié du laboratoire analytique. (Source: RAE 2 (1965), p. 211.)



**Figure 89.** Vue d'une salle de faible activité du laboratoire analytique de l'usine. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)



**Figure 90.** Vue de la galerie des boîtes protégées du laboratoire analytique de haute activité. (Source : photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

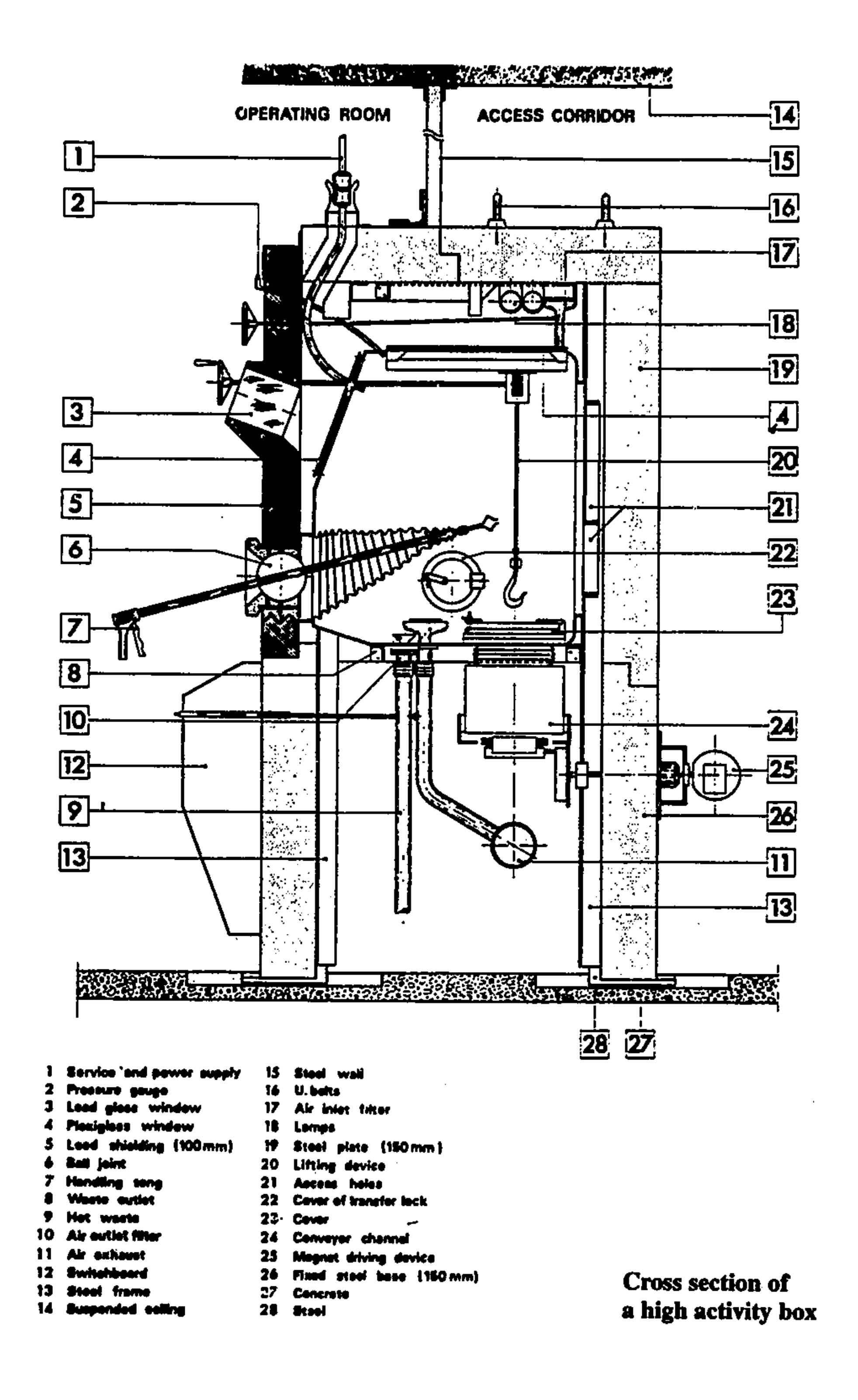



**Figure 91.** Coupe d'une boîte de haute activité du laboratoire analytique. (Source: Safety Analysis (1965), volume des figures, VIII-14.)

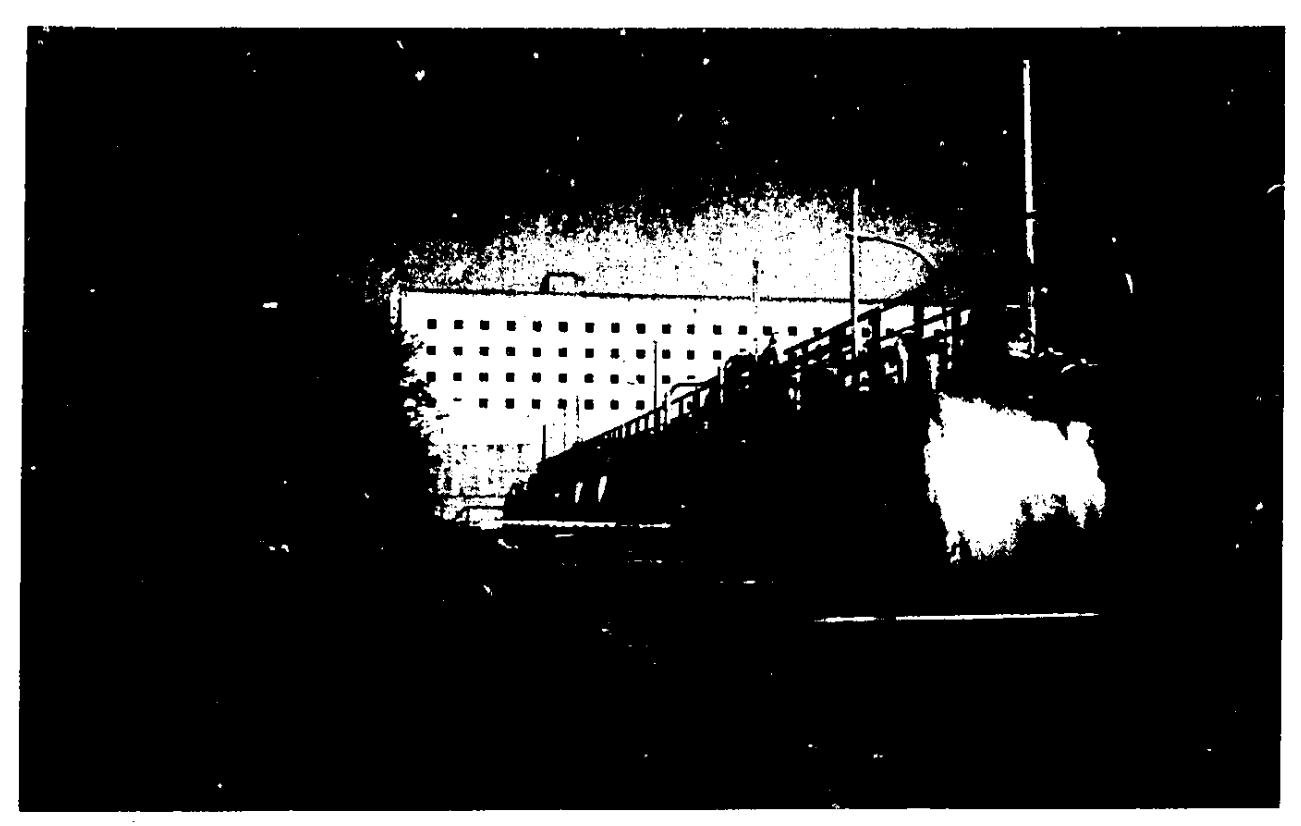


**Figure 92.** Vue de l'usine à partir de la plate-forme de stockage des produits inactifs (N°7). Au fond à gauche le sommet du bâtiment de réception et de stockage des combustibles (Bâtiment 2), et en arrière-fond la cheminée de l'usine. Au centre et à droite la façade Sud du bâtiment de traitement, avec les fenêtres des galeries des quatre derniers étages. (Source : Diapositive du fonds Eurochemic, sans date.)

Tableau 52. **Succession des différentes phases du procéde utilisée comme cadre pour le récit des campagnes**

Déchargement et stockage en piscine

Opérations de retraitement
- Dégainage et dissolution (tête de procédé)
- Extraction et séparation (coeur du procédé)
- Traitement des produits finals (queue de procédé)

Traitement des déchets

La démarche très narrative adoptée dans les pages qui suivent, une «chronique» thématique, n'est pas seulement celle qui «colle» le mieux aux sources. Elle est la mieux adaptée pour rendre compte du caractère très progressif et cumulatif de l'acquisition de l'expérience professionnelle des retraiteurs, bref du processus d'apprentissage technique à l'œuvre.

Elle regroupe les quatre premières années en trois phases.

La mise en route très progressive dura une année et demi.

La phase suivante qui dura deux années et demi fut plus intensive et mit en évidence certains problèmes de fonctionnement.

Un arrêt programmé de neuf mois permit de tenter de corriger les imperfections apparues pendant cette période d'apprentissage.

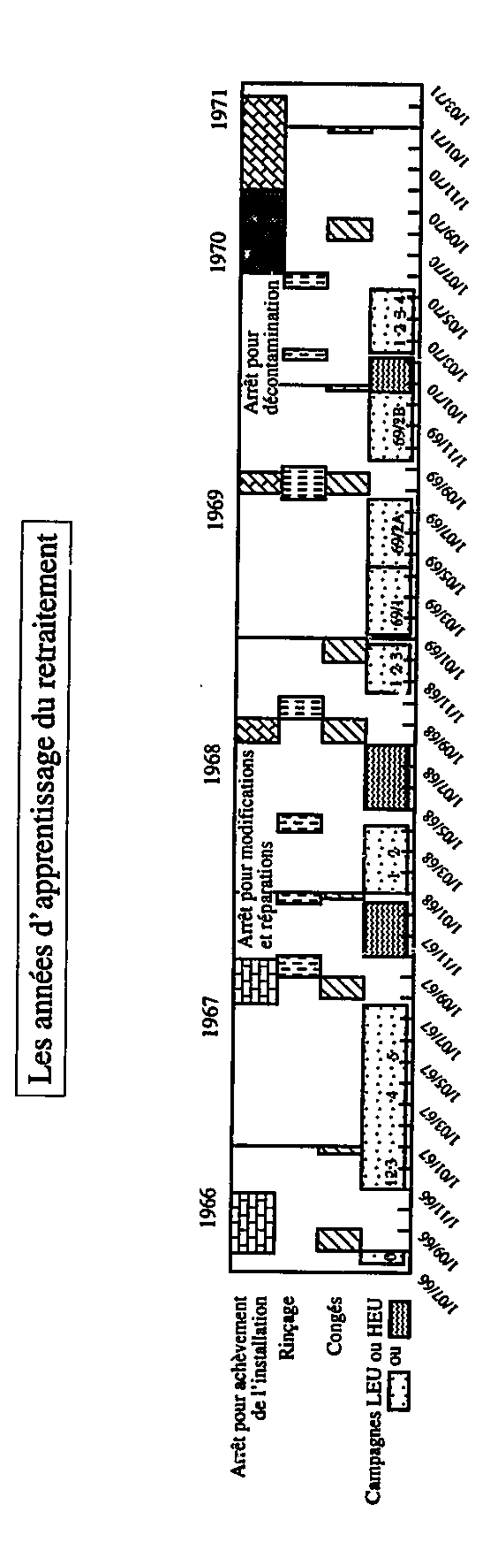



**Figure 93.** Rythme d'exploitation de l'usine de retraitement pendant la période allant de juillet 1966 à février 1971. La période couverte par cette frise fut marquée par de nombreuses interruptions et la succession des campagnes se fit assez rapidement. La frise chronologique inférieure montre la succession des campagnes de retraitement, numérotées par année et sous-campagnes pour le retraitement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi (LEU). Les trois bandes du haut évoquent les fermetures pour congés et les périodes d'arrêt avec leurs causes, rinçages entre deux campagnes, installation de nouveau matériel, réparations, modifications ou décontamination. (Source: RAE3, RAE 1967 à 1971.)

*Un démarrage en douceur (juillet 1966-décembre 1967) – Les premières campagnes LEU et HEU*

*Réception et stockage du combustible*

Depuis janvier 1965 étaient arrivés en piscine les premiers éléments de combustibles irradiés (Figures 94 à 96). Ces premières livraisons furent très instructives pour le personnel de manutention. En décembre 1966 avaient été réceptionnés 52 transports, totalisant une activité de 3 M de Ci environ. Ils provenaient de France, de Belgique et des Pays-Bas, et comportaient des combustibles issus d'EL1 à Fontenay aux Roses, d'EL 2 et d'EL 3 à Saclay, d'EDF 1 à Chinon, de BR3 à Mol et d'HFR à Petten. Il fallait de un à trois jours pour décharger complètement un transport.

Certains combustibles provoquèrent des difficultés lors du déchargement des châteaux, des transferts vers les piscines de stockage ou dans les piscines: ruptures de gaines au cours du transport, déformations, corrosion. En 1966 par exemple deux éléments de EL3, dont les gaines présentaient des fissures, contaminèrent l'eau de la piscine de stockage; il fallut tester tous les éléments présents pour les trouver et les isoler, et six mois furent nécessaires pour retrouver une pureté satisfaisante de l'eau.

Pendant les années 1966 et 1967 le personnel accumula de l'expérience, soit dans des déchargements sans encombre, en améliorant par exemple sa dextérité dans le maniement du grappin hydraulique, soit en maîtrisant les difficultés apparues, comme celle de l'extraction délicate de combustible d'EL2 hors de vieux châteaux de transport assez inadaptés.

Le système de purification des piscines fonctionna bien après des difficultés en 1966 grâce aux modifications apportées.

Les travaux en piscine firent apparaître un fonctionnement peu satisfaisant de la scie sous eau. Il fallut louer celle qui existait au centre de Petten pour pouvoir séparer avant dissolution la partie des combustibles MTR en alliage uranium-aluminium des pièces de structure en acier inoxydable, ces dernières ne pouvant être dissoutes.

*Le retraitement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi (LEU)*

La mise en route de l'usine dura un an. Elle correspondit à la première campagne LEU.

Baudouin et ZOE

La première campagne commença avec l'inauguration de l'usine par le Roi des Belges le 7 juillet 1966, alors que les essais de référence étaient pour la plupart achevés, mais que seul fonctionnait en actif le premier dissolveur. Le premier combustible introduit provenait de ZOE. C'était un combustible idéal pour commencer en douceur ou, ce qui revient au même, pour finir de tester l'installation.

Les deux tonnes de combustible se présentaient sous la forme de 69 éléments de 37,1 mm de diamètre et 1,5 m de longueur, constitués de barreaux d'uranium naturel métal gainé d'aluminium. Chaque élément pesait, une fois les extrémités découpées, un peu moins de 29 kg [61].

En fait, en raison du caractère primitif des méthodes métallurgiques employées lors de la fabrication du combustible en France à la fin des années quarante, les barreaux «d'uranium naturel métal» comportaient environ 30% d'oxyde ($U_3O_8$) [62] ; le taux de combustion était très faible, 24,5 MWj/t, l'activité résiduelle des produits de fission aussi, 0,05 Ci par kilogramme d'uranium[63].

Le Roi appuya sur un bouton rouge du panneau de commande. Ce geste déclencha la descente des 700 kg de combustible contenus dans la machine de chargement vers le premier dissolveur situé 8 mètres plus bas.

300 invités massés dans une tribune érigée près des piscines assistèrent à ces opérations et le cycle de l'uranium se déroula sans encombre, le relais ayant été pris par les employés d'Eurochemic agissant à partir de la galerie des commandes. La récupération du plutonium se fit cependant au laboratoire de recherches[64] car le cycle du plutonium et l'atelier de purification de l'usine n'étaient pas encore opérationnels.

---

[61] Il comportait 28,5 kg d'uranium et 375 g d'aluminium.

[62] En 1966 on considéra que la présence d'oxyde était due à l'oxydation de l'uranium. Mais ce dernier, étant enfermé dans une gaine d'aluminium, ne pouvait avoir été oxydé. Rudolf Rometsch en a conclu que le taux d'oxyde était lié à la fabrication du combustible.

[63] L'activité des produits de fission provenait pour 44% du Sr/Y-90, pour 44% du Cs137, 10% de Pm-147, 1% de Sm-151, et moins de 1% de Ru/Rh 106 et de Kr-85. Il n'y avait plus de Zr-Nb en raison du long temps de refroidissement.

[64] Cf. supra.



**Figure 94.** Vue de l'aire de déchargement des châteaux de transport, montrant la grande diversité de leurs formes. De gauche à droite, un château de Diorit, un château de petite taille non identifié, le château AEG pour VAK et BR3, et deux châteaux d'EL3, dont l'un est enlevé de son socle de transport par deux chaînes accrochées au pont roulant. Photographie prise à partir du grand atelier de décontamination. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

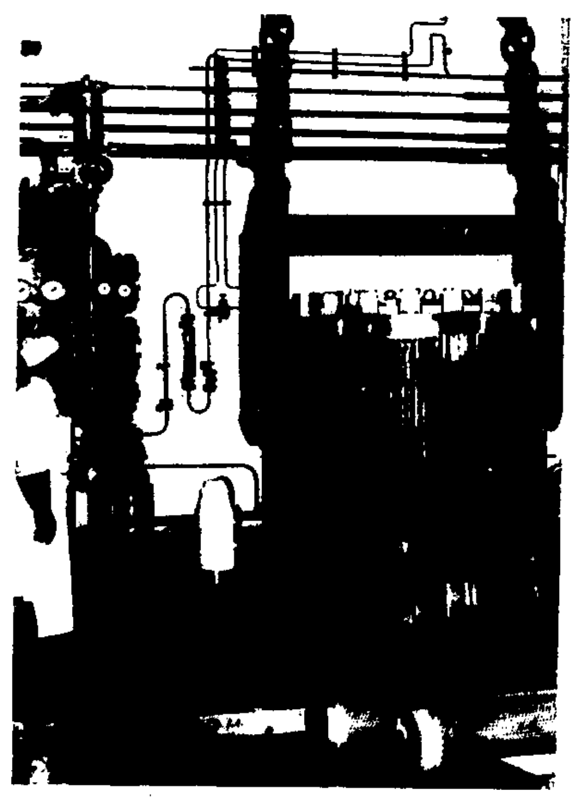


**Figure 95.** Arrivée d'un château sur l'aire de traitement du grand atelier de décontamination. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)



**Figure 96.** Examen d'un château reposant immergé sur la plate-forme de la piscine de réception avant ouverture pour déchargement des combustibles. (Source : Photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

Une lente montée en puissance

Trente-trois tonnes d'uranium naturel faiblement enrichi furent ensuite retraitées entre octobre 1966 et juillet 1967, en provenance des réacteurs EL2[65], EL3, Diorit, FR2 et BR1.

Il s'agissait d'uranium naturel ou très légèrement enrichi (EL3 à 1,6%), au taux de combustion relativement faibles de 200 à 1250 MWj/t; à l'exception d' EL 2, qui était gainé de magnésium, les combustibles étaient gainés d'aluminium. Les gaines furent dissoutes dans l'acide nitrique dilué et après rinçage le combustible fut mis en solution dans l'acide nitrique concentré. Toutes ces opérations se réalisèrent dans le premier dissolveur.

La dissolution et l'extraction se firent l'un après l'autre pour EL2, afin de permettre au personnel d'acquérir l'expérience nécessaire. Le plutonium séparé fut stocké en attendant la mise en route du second cycle du plutonium.

Cette première campagne LEU mit en évidence un certain nombre de problèmes et fut l'occasion d'un certain nombre d'expérimentations.

L'engorgement d'une colonne lié à la mauvaise qualité du solvant nécessita l'interruption de la production, le rinçage de la colonne et une modification de la procédure de traitement du solvant.

Lors de la 3^e^ sous-campagne de EL2, au début du mois de janvier 1967, fut expérimenté dans le second cycle l'usage d'uranium 4 à la place du fer 2, mais cette première expérience ne montra pas d'amélioration notable liée à son usage.

Une légère activité ayant été détectée à la cheminée permit de mettre en évidence la destruction par des vapeurs d'acide nitrique des filtres du circuit de ventilation du dissolveur. Une solution temporaire fut trouvée mais l'incident appelait des modifications plus substantielles.

De même l'utilisation d'un matériau impropre par le fabricant entraîna une forte corrosion de la conduite menant l'acide nitrique au dissolveur.

La dissolution d'EL3, dont le cœur était constitué d'un alliage uranium-molybdène gainé d'aluminium, dut être conduit à température basse (50°C), et par quantités progressives.

La comptabilité d'entrée ne fut pas satisfaisante et la résolution des différences constatées fut difficile[66].

La dernière sous-campagne concernant des combustibles de Diorit, FR2 et BR1, des alliages d'uranium-aluminium gainés d'aluminium, se fit dans de bonnes conditions, hormis quelques erreurs d'opération[67], dont l'une entraîna l'engorgement d'une colonne.

Les bancs de prise d'échantillons posèrent des problèmes permanents et il fallut vite se résoudre à les modifier en les simplifiant. L'ALD se trouva vite submergé de demandes d'analyses et il fallut les restreindre, faute de pouvoir augmenter les effectifs.

L'atelier de purification du plutonium avait montré aux essais des imperfections; des modifications durent être menées pendant la seconde moitié de 1966. Il n'entra en service actif que le 6 mai 1967 ; il comportait deux étapes successives, un cycle de purification par extraction dans des mélangeurs décanteurs de géométrie sûre, dit «voie humide», suivi d'une chaîne de production d'oxyde de plutonium par précipitation et calcination d'oxalate, dit «voie sèche». Si en 1967 ses résultats furent acceptables, ils ne devaient pas s'améliorer, bien au contraire, et rendirent nécessaire de repenser entièrement cette phase d'exploitation dès le début des années soixante-dix[68].

Pendant cette période et la première campagne HEU était mis en essai le deuxième dissolveur. Installé en mars avec sa cellule de chargement et son équipement, il entra en fonctionnement en décembre 1967 lors de la deuxième campagne LEU avec VAK.

Dans l'intervalle avait eu lieu la première campagne HEU, qui démontra la polyvalence de l'usine.

---

[65] Le 24 octobre 1966 commença le retraitement du combustible d'EL2. Il se fit en 3 sous-campagnes jusqu'au 20 janvier 1967.

[66] Les problèmes de comptabilité des matières fissiles sont traités plus en détail à la 3^e^ Partie, chap. 4.

[67] RAE 1967, p. 39.

[68] Cf. infra. La purification du plutonium a semble-t-il posé des problèmes dans toutes les usines de retraitement à l'époque. Eurochemic n' a pas eu le monopole des problèmes, mais l'ouverture des archives permet de les exposer ici sans fard. Le comportement chimique du plutonium ajouté à ses caractéristiques radiologiques en fait une matière très délicate à manipuler. L'apprentissage fut long.

*La première campagne de retraitement des combustibles à uranium hautement enrichi (HEU) – octobre-décembre 1967*

La première campagne HEU démarra en octobre 1967, la fermeture de l'été et le mois de septembre ayant été utilisés pour achever les divers ateliers et remédier aux différentes imperfections qui étaient apparues au long de la première campagne LEU. L'usine fut rincée à fond, et plus particulièrement le cycle d'extraction de l'atelier de purification du plutonium, qui devait servir comme deuxième cycle de décontamination de l'uranium hautement enrichi. Ce rinçage généra une quantité importante d'effluents. Un essai non actif du diagramme HEU précéda la campagne.

La campagne retraita des combustibles provenant des réacteurs d'études du CEA (Siloe, Triton, Cabri, Pégase et Osiris), ainsi que d'Astra, FRJ1, R2, HFR et BR2. Des éléments en provenance d'Astra furent introduits en premier dans le troisième dissolveur.

Des difficultés d'ordre chimique apparurent rapidement à la dissolution : l'aluminium se dissolvait d'abord. S'accumulait ainsi dans le dissolveur une quantité d'uranium difficile à apprécier, ce qui pouvait entraîner des risques de criticité. Il fut donc décidé au bout de quelques jours de modifier le procédé en l'acidifiant.

L'extraction demanda des ajustements, liés en particulier à la modification du procédé de dissolution, mais fonctionna bien, à l'exception d'une interruption liée au rinçage de la première colonne consécutif à l'accumulation d'impuretés dans l'interphase. Il apparut nécessaire de faire un troisième cycle d'extraction si l'on voulait obtenir un produit final conforme aux spécifications contractuelles, qui reprenaient celles de l'USAEC. L'uranium fut donc recyclé une troisième fois dans les batteries d'extraction du second cycle.

La dissolution de l'ensemble des éléments fut achevée le 27 novembre et les extractions en décembre 1967.

*La gestion des déchets et des effluents* [69]

Production

La réalisation des opérations de retraitement généra des effluents dans une proportion plus importante que prévu, notamment lors du dégainage, mais aussi à cause des rinçages à faire entre chaque type de campagne ou rendus nécessaires par ces incidents. Très vite il fallut envisager la construction de stockages supplémentaires et tenter de minimiser les flux par des ajustements de procédé. Mais il apparut également rapidement que l'on avait sous-estimé le problème des déchets solides[70]: la production de coques de dissolution fut plus importante que prévue et un stockage adéquat dut être étudié après quelques mois d'entreposage provisoire dans le bâtiment 14.

La station de traitement des effluents (STE) et le système d'évacuation

La progressivité de la mise en route de l'usine permit le rodage de l'installation de traitement des effluents. Aucun problème majeur n'apparut pour la gestion des effluents de moyenne et haute activité, à l'exception du problème de volume évoqué ci-dessus. Le système de stockage de ces derniers entra en fonction en juillet 1967, après plusieurs modifications rendues nécessaires par les essais. Les principaux problèmes rencontrés concernaient le contrôle des activités des solutions, les solides, la température, l'acidité et les produits organiques. «Ces problèmes, apparus pendant la fabrication, ont été résolus petit à petit, grâce à une meilleure connaissance de l'exploitation de l'usine et à une meilleure discipline»[71].

Le point faible apparut être les conduites de transfert des effluents inactifs tièdes et du condensat inactif vers le CEN, bouchées par le bitume du revêtement interne, de mauvaise qualité; le débouchage nécessita six mois d'efforts intermittents et aboutit au remplacement total de 60 m de tuyauterie ainsi qu'à la construction d'un nouveau puits de contrôle. Ce ne fut que le début d'une longue série de difficultés[72].

***La multiplication des problèmes techniques (décembre 1967-mai 1970)***

Avec la seconde campagne LEU commença une phase d'exploitation plus intensive. Les taux de combustion et d'enrichissement augmentèrent, et les premières gaines en zirconium ou en acier inoxydable furent dissoutes.

---

69 Sur la politique générale des déchets et les volumes produits, voir la 3e Partie, chap. 4. Ne sont exposés ici que les aspects techniques apparus dans le processus d'apprentissage.

70 Lors de la conception de la piscine de traitement mécanique on avait seulement prévu de stocker de petites quantités de pièces de structures sciées dans un coin spécialement aménagé de la piscine.

71 RAE67, p.49.

72 Cf. l'analyse des incidents à la 3e Partie, chap. 4.

L'accroissement des taux de combustion qui allèrent jusqu'à plus de 20 000 MWj/t posa des problèmes dans une usine qui avait été au départ conçue pour des taux allant jusqu'à 10 000 MWj/t seulement[73]. Il fallut augmenter, là où cela était possible, les protections et blindages et modifier les procédures pour limiter le temps de séjour du personnel dans certaines zones, en particulier certaines galeries d'intervention. Ces améliorations occupèrent une grande partie des temps d'arrêt.

*Réception et stockage*

En ce qui concerne la réception des combustibles irradiés et leur stockage, les opérations furent de pure routine. Mais dans le bâtiment 2 fut construite en 1968 une nouvelle piscine pour les déchets de procédé solides.

*Dissolution et extraction*

La campagne LEU 1968-1

Le 15 décembre 1967 débuta la première campagne LEU de 1968 avec une partie du combustible de VAK, qui inaugura le second dissolveur. Elle s'acheva le 8 avril 1968.

LEU 68-1 marqua une phase nouvelle dans l'exploitation de l'usine, puisqu'elle retraita des combustibles oxyde, d'enrichissement allant de 1,48 à 4,43%, au taux de combustion allant de 2300 à 17 000 MWj/t. Mais surtout c'était la première fois qu'on dissolvait hors laboratoire des combustibles irradiés gainés de Zirconium ou d'acier inoxydable par les procédés ZIRFLEX et SULFEX.

Le procédé SULFEX donna satisfaction dès le début, mais ZIRFLEX entraîna un certain nombre de déboires.

Le dégainage de VAK par le procédé ZIRFLEX fut plus lent que ce qui avait été prévu en laboratoire, et son caractère incomplet nécessita une répétition de l'opération et une dissolution complémentaire des résidus solides. Mais surtout ZIRFLEX entraîna des problèmes liés au dégagement d'ammoniac dans le dissolveur. L'ammoniac se combina avec les vapeurs d'acide nitrique dans le système de ventilation pour former des cristaux de nitrate d'ammonium. Ceux-ci bouchèrent les filtres absolus, qu'il fallut changer souvent[74].

Le remplacement du ferrosulfamate par du nitrate d'uranium 4 pour la réduction du plutonium fut expérimenté pendant cette campagne.

Lors de la campagne LEU 68-1, le sulfamate ferreux [$Fe(NH_2SO_3)_2$] fut totalement remplacé par le nitrate uraneux [$U(NO_3)_4$] comme réducteur du plutonium dans les premier et second cycles de l'uranium. Cette substitution fut sans effet notable en terme d'efficacité de la décontamination par rapport au sulfamate. L'installation pendant l'été d'un réservoir tampon entre les deux colonnes afin de permettre de les alimenter de façon indépendante permit cependant une amélioration notable de la productivité dès LEU 68-2.

Un rinçage d'un mois de l'unité de plutonium fut nécessaire avant son utilisation par la campagne HEU.

La campagne HEU 1968

La campagne HEU 68 se déroula du 30 avril au 26 juillet 1968, sans problème, mais prouva la nécessité de réaliser un troisième cycle pour obtenir une décontamination suffisante.

La campagne LEU 1968-2 – Tentatives de réduction des volumes d'effluents

Après la fermeture annuelle, un nouveau rinçage fut opéré pour permettre le début de la seconde campagne LEU 68-2, qui devait commencer le 5 octobre. Mais le démarrage fut retardé par les difficultés rencontrées pour déboucher le tube d'alimentation de la première colonne d'extraction. LEU 68-2 s'acheva le 23 décembre.

Les combustibles étaient de l'oxyde à plus de 4,45% de taux d'enrichissement et de l'uranium naturel. Ils étaient gainé d'aluminium et d'un alliage magnésium-zirconium. Pour le dégainage de ces deux types d'éléments, les procédés furent ajustés pour réduire la quantité d'effluents générés au minimum.

En 1967 et 1968 furent modifiés les dispositifs des bancs de prise d'échantillon, dont l'entretien était fréquent, difficile et coûteux.

En 1968, pour éviter les problèmes de bouchage de filtres liés au dégainage ZIRFLEX, le système de lavage des effluents gazeux fut raccordé à la ventilation de haute activité.

---

73 Cf. le cahier des charges de 1961. Marcoule recevait en 1958 des combustibles à des taux 5 à 7 fois moindres.

74 Cela était d'autant plus ennuyeux que ces opérations sont très génératrices de doses pour les responsables de la maintenance.

La campagne LEU 1969 – Les problèmes d'évaporateurs et de tuyauteries

En 1969 n'eurent lieu que des campagnes LEU. La première se déroula entre janvier et avril 1969, la seconde commença immédiatement après et dura jusqu'à la mi-juillet; mais une fuite due à la corrosion d'un évaporateur du cycle de purification du plutonium eut pour conséquence d'empêcher le traitement de 11,8 kg de plutonium. L'usine fut arrêtée pour intervention, réparations et modifications, et la campagne LEU 69/2 ne reprit qu'en automne. Elle fut à son tour retardée par un bouchon dans une canalisation.

Les combustibles étaient de trois origines: le réacteur suédois R3, à l'oxyde non enrichi, gainé de zircalloy, EdF 2 et EdF 3, en un alliage d'uranium naturel gainé de Mg-Zr, E. Fermi de Trino, à l'oxyde légèrement enrichi (2,72 à 3,9) gainé d'acier inoxydable.

*Dégainage*

Les améliorations apportées en 1968 permirent de réduire le temps de dégainage ZIRFLEX, mais les problèmes de bouchage des filtres ne cessèrent pas. Le dégainage de EdF 2 et d'EdF 3 par de l'acide sulfurique dilué et celui de Trino par le procédé SULFEX se firent sans problème.

*Cycle de l'uranium et queue de procédé* (Figure 97)

Les cycles d'extraction de l'uranium et la queue de procédé de l'uranium en 1969 confirmèrent la validité de l'option de l'usage du nitrate uraneux comme agent réducteur du plutonium ; on détermina les conditions optimales de fonctionnement[75]. Au début et à la fin de la campagne LEU 69-2 deux colonnes furent instables à cause de la trop petite taille de la colonne voisine et malgré l'installation, réalisée en 1968, d'un réservoir tampon.

Le 5 octobre 1969, lorsque l'on reprit LEU 69-2, on découvrit qu'une tuyauterie de liaison entre la première colonne et l'unité d'ajustage des solutions était bouchée. Toutes les tentatives classiques d'intervention à distance furent faites : à l'eau, à la vapeur, à l'acide, par vibration, mais en vain. Il fallut agir dans les cellules, c'est-à-dire d'abord décontaminer, installer un bouclier pour se protéger de très fortes radiations, de l'ordre de 10 Sv/h au contact, émises dans un coin de la cellule. La canalisation fut découpée et on découvrit une partie du bouchon, formé d'une matière noire très active (2 Sv/h au contact). Le débouchage de la canalisation fut confié à une firme allemande spécialisée, WOMA Rheinhausen, qui commença à envoyer de l'eau à très haute pression par une buse métallique le 11 novembre 1969; deux jours après l'incident était clos. L'analyse montra qu'il s'était formé deux bouchons, probablement des résidus de dégainage au zirconium.

Le retard accumulé ne rendait pas envisageable la réalisation d'une campagne HEU pendant l'année.

*Cycles du plutonium*

En 1969 les second et troisième cycles du plutonium connurent des problèmes. L'établissement d'un bilan plutonium satisfaisant exigea quatre semaines de rinçage entre les campagnes LEU-1 et LEU-2 en raison des quantités de plutonium collées sur les parois des appareillages et des tuyauteries. La fuite qui affecta l'évaporateur en mai 1969 interrompit la campagne alors qu'il restait 11,8 kg de plutonium à purifier sur un total de 115.

Les améliorations apportées en 1968 aux unités de précipitation et de calcination du Pu avaient porté leurs fruits. Mais l'extraction connut de nouveaux problèmes liés à des difficultés avec un évaporateur et les mélangeurs-décanteurs géométriquement sous-critiques de l'unité de purification du plutonium. Ces difficultés provenaient de la présence d'une solution organique lourde chargée en plutonium. Celle-ci était due à la concentration très élevée en plutonium des solutions traitées, au fonctionnement instable de l'évaporateur ainsi qu'à une dégradation anormalement forte du TBP. Il fut démontré, à cette occasion, que du fait de leur géométrie très particulière – parallélépipède très plat – les mélangeurs-décanteurs étaient plus sensibles que les colonnes pulsées à la présence de phase lourde. Cette démonstration orienta les choix techniques ultérieurs.

A propos de l'unité de traitement par voie sèche, les problèmes concernèrent essentiellement le système de transfert du précipité humide d'oxalate de plutonium vers le sécheur. Des améliorations furent envisagées pour la période d'intervention de 1970.

La campagne HEU 1970. Deux cycles d'extraction seulement

La campagne HEU 1970 commença le 29 décembre 1969 pour s'achever le 2 février 1970, les obligations contractuelles de livraison de plutonium commandant son arrêt à cette date et une campagne LEU avant la fermeture prévue dans l'année pour des interventions.

---

[75] Pour la campagne LEU 69-2, elles furent fixées à un rapport stoechiométrique $Pu/U_4$ de 10 avec introduction de la solution réductrice à raison de 20% en tête de la colonne, le reste étant injecté à mi-hauteur. La distribution en bas de colonne se révéla génératrice de fortes pertes d'uranium.

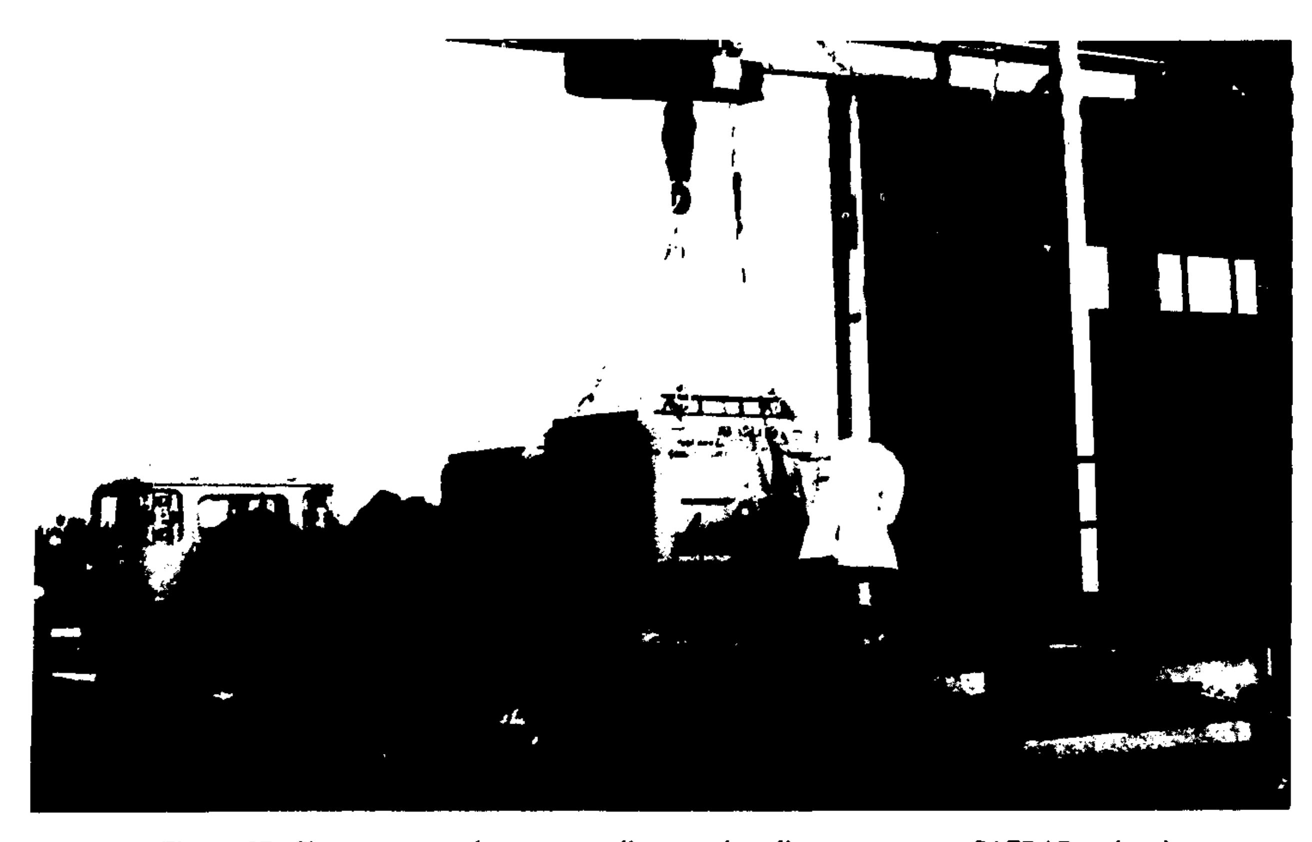


**Figure 97.** Chargement sur la remorque d'un camion d'un conteneur «SAFRAP» de nitrate d'uranyle faiblement enrrichi, un des produits finals des campagnes LEU. (Source : photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

Cette campagne se caractérisa par la faible capacité de la tête de procédé, due à une panne d'éjecteur à vapeur dans l'unité de dissolution. Mais l'exploitation des cycles d'extraction se déroula dans de bonnes conditions ce qui permit d'obtenir d'emblée un produit répondant aux spécifications des clients (Figure 98).

La campagne LEU 1970 – Une productivité médiocre

La campagne HEU 1970 fut suivie d'un rinçage de préparation de la campagne LEU. Celle-ci débuta le 18 février et se poursuivit jusqu'au 17 mai, en 4 sous-campagnes, où furent retraités des combustibles de DP, VAK, Trino et du combustible d'origine canadienne qui avait alimenté EL3, Cristal de Neige (CdN). Les combustibles étaient des oxydes au degré d'enrichissement croissant, du taux naturel jusqu'à 4,5%, gainés de Zircaloy-2 pour les deux premiers, d'acier inox et d'aluminium pour les deux derniers.

Comme d'habitude le dégainage SULFEX s'opéra sans problème.

Le fonctionnement du dégainage ZIRFLEX avait été amélioré. Toutefois la vitesse d'attaque fut plus élevée pour le combustible de DP que pour VAK en raison de son taux d'irradiation plus faible – 6000 MWj/t pour le premier contre 16 000 pour le second – qui avait donc conduit à la production d'une couche d'oxyde moins épaisse, et en raison du grattage mécanique préalable de la surface des gaines[76]. Les bouchages des filtres de ventilation par le nitrate d'ammonium furent considérablement réduits par l'addition d'acide nitrique dans les réservoirs collectant les condensats ammoniaqués. Les solutions provenant de la dissolution des cœurs dégainés au préalable par le procédé ZIRFLEX furent centrifugées pour éviter la répétition du bouchage d'octobre-novembre 1969.

[76] Par le procédé "Scratch and Shop".

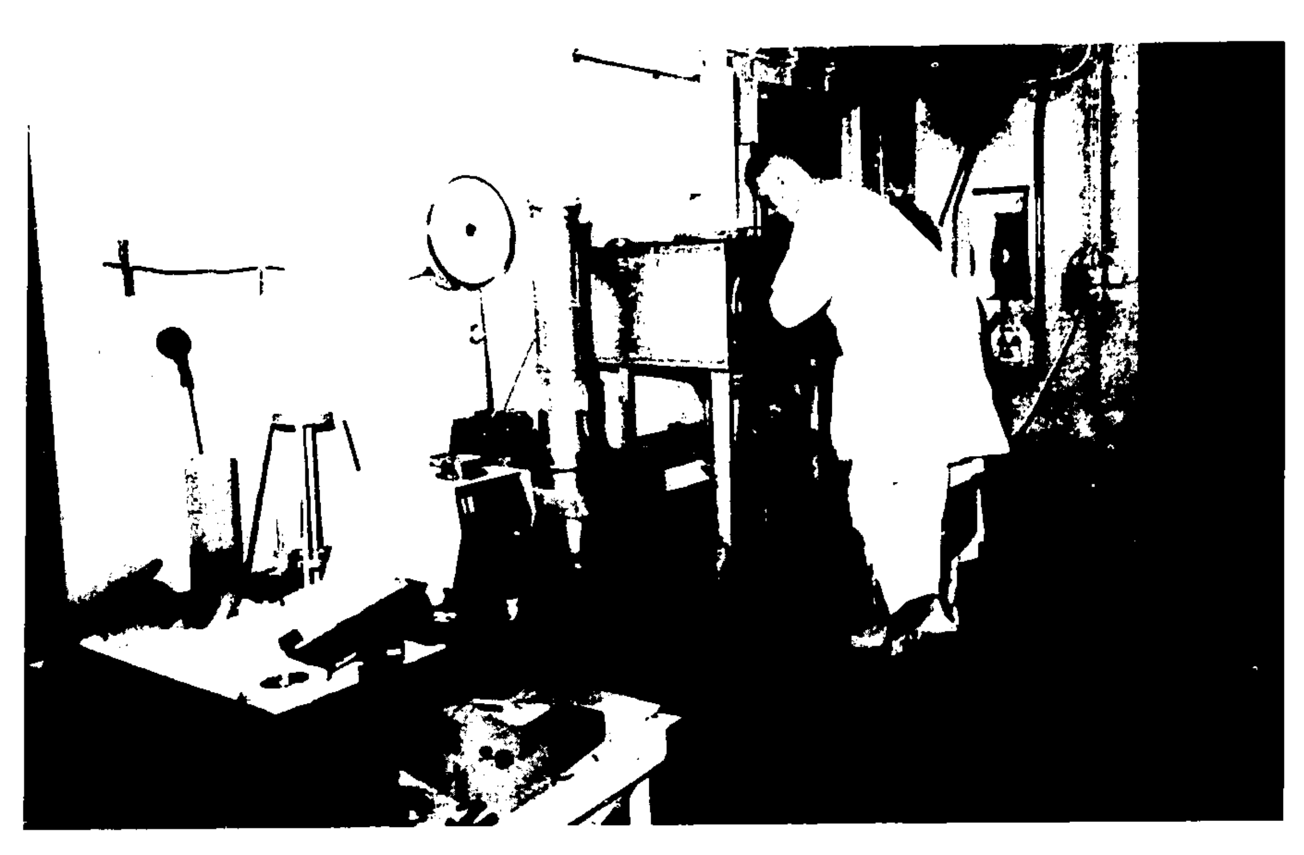


**Figure 98.** Un opérateur met en bouteille dans une boîte à gants du nitrate d'uranyle hautement enrichi, produit final des campagnes HEU. (Source : photographie du fonds Eurochemic, sans date.)

La dissolution des cœurs se fit aussi sans problèmes. Les combustibles CdN [77] enrichis à 4,5% furent exceptionnellement dissous, gaine et cœur simultanément, dans le troisième dissolveur normalement destiné aux combustibles hautement enrichis, mais qui pouvait les accepter en raison des dimensions réduites des éléments.

L'extraction de l'uranium se passa moins bien. Dès le démarrage des colonnes du premier cycle apparurent des problèmes nombreux, qui nécessitèrent leur arrêt pendant deux jours: panne de la pompe d'alimentation en solvant, composition incorrecte de la solution réductrice, panne de son alimentation, difficultés de contrôle des colonnes pulsées, etc. Ces difficultés nécessitèrent de nombreux recyclages des solutions d'uranium vers le cycle de purification de ce dernier.

La nécessité contractuelle de retourner les produits récupérés dans des marges étroites de composition isotopique empêchait de mélanger les combustibles de certains réacteurs avec d'autres. Elle obligeait donc à multiplier les sous-campagnes, ce qui diminua encore la productivité. Il fallait procéder, entre chaque sous-campagne, à des rinçages à l'acide nitrique de façon à réduire au minimum les risques de «contamination» d'un lot par l'autre.

Le plutonium résultant de LEU 70-1 et LEU 70-2 fut retraité sans problèmes, celui des 12 kg résultant de la campagne Trino de 1969 fut plus complexe à retraiter en raison de la présence d'ions $SO_4$ résultant du dégainage à l'acide sulfurique; il fallut 35 jours de traitement sur les 119 du second cycle pour en venir à bout. La précipitation et la calcination se déroulèrent à peu près correctement.

A partir du 17 mai 1970 le retraitement fut arrêté, et l'usine fut préparée par un rinçage approfondi préalable aux interventions et aux modifications qui devaient tirer les leçons des quatre années de retraitement expérimental à l'échelle pilote.

En aval aussi l'expérience avait été acquise.

[77] Le retraitement de combustible canadien à Eurochemic doit être expliqué. La France avait acheté le combustible en raison de son contenu en plutonium. Son retraitement par Eurochemic pour le compte de la France posa de difficiles problèmes de contrôle de son utilisation pacifique.

*Les problèmes récurrents de l'atelier de purification du Pu*

Pendant l'été 1968 l'atelier de purification du plutonium fut modifié pour remédier aux pannes apparues peu après sa mise en service. Il permettait désormais de traiter des solutions plus concentrées, jusqu'à 100g/l. Un nouvel évaporateur, qui n'était plus électrique mais fonctionnait à la vapeur, fut installé pour remplacer le précédent, défaillant. Les liaisons entre les réservoirs furent modifiées pour permettre en particulier des recyclages n'affectant pas le reste de l'usine. En outre, une nouvelle unité de production d'oxyde de plutonium fut installée dans le but de réduire l'importance du travail manuel dans les boîtes à gants[78]. L'équipement de cette nouvelle unité était réparti entre six boîtes pour améliorer la sûreté et les risques de contamination en cas d'intervention: une boîte de précipitation, une de calcination à 400°, une à 800°, une de décontamination, une de pesée, une pour le mélange et l'échantillonnage du produit final. Son coût hors main-d'œuvre Eurochemic et hors études fut de 54 000$. Mais, malgré tout, ces modifications ne permirent pas un fonctionnement totalement satisfaisant de l'unité de purification.

*Les effluents – Production abondante et problèmes de tuyauteries (décembre 1967-mai 1970)*

Les campagnes de retraitement de cette seconde phase confirmèrent la sous-estimation des prévisions de production d'effluents liquides et de déchets solides et firent apparaître des difficultés dans le transfert vers le CEN des effluents de faible activité.

En 1968, afin de réduire les volumes, il fut décidé de séparer des effluents acides et basiques avant concentration. La quantité d'effluents de moyenne activité nécessita la mise en chantier en 1969 d'une unité de stockage de 2000 $m^3$ destinée à recevoir les effluents de moyenne activité jusqu'au début de 1974, sur la base annuelle de 500 $m^3$ par an.

Les problèmes de tuyauterie continuèrent à affecter à des degrés divers le fonctionnement de l'usine. En 1970 une fuite dans le système d'alimentation et de contrôle d'un évaporateur de solutions faiblement radioactives de la station de traitement provoqua une contamination du sol et d'une canalisation destinée à transporter des effluents de très faible activité.

Sur la conduite menant au CEN les problèmes de contrôle furent permanents de 1967 à 1969. En septembre 1969 fut découverte une nouvelle fuite; il fallut deux semaines pour réparer.

En 1968 des réservoirs de stockage du solvant usé furent installés dans le bâtiment 6, sa prise en charge par le CEN s'étant révélée impossible.

*Une piscine pour les déchets solides de haute activité*

La production de déchets solides avait été largement sous-estimée lors de la conception de l'usine en raison de l'absence totale d'expérience pratique dans le dégainage chimique. En particulier il avait été considéré de manière erronée que la quasi-totalité du gainage et des pièces de structures des combustibles, ainsi que les paniers solubles utilisés pour leur chargement dans le dissolveur, seraient dissous lors du dégainage chimique. Mais dès les premières campagnes il devint évident que c'était loin d'être le cas. Il fallait trouver une solution pour stocker ces déchets très contaminés en produits de fission mais aussi en émetteurs alpha – essentiellement du plutonium. Il fut donc décidé de construire une piscine pour les stocker sous eau.

En 1968 fut construite dans le coin Sud-ouest du hall du bâtiment 2 la nouvelle piscine des déchets solides, la Solid Waste Pond (SWP). D'une superficie de 120 $m^2$ et d'une profondeur de 5,4 m, elle était destinée au stockage des déchets solides hautement contaminés, c'est-à-dire essentiellement des pièces de combustible non dissoutes, des extrémités d'éléments, sciés sous eau, ou des équipements de cellules hors service.

La piscine, construite au-dessus du sol du hall, était revêtue sur ses parois de 2 mm d'acier inoxydable et sur le fond d'un système associant une feuille d'acier de 3 mm et une feuille de plomb de 3 mm entre deux couches de feutre bitumé. Entourée d'une passerelle, la piscine était équipée d'une cage de chargement et d'un pont roulant. Elle était reliée à un système de ventilation. Son coût hors main-d'œuvre d'Eurochemic et hors études fut de 53 000$.

En 1969 cette piscine connut quelques problèmes liés au déchargement des coques résultant du dégainage au zirconium. Une contamination de l'air fut observée chaque fois qu'étaient vidés les paniers dans la piscine. Des particules contaminées remontaient à la surface et émettaient 10 mSv/h au contact.

[78] Sur les problèmes de radioprotection liés au travail avec des boîtes à gants, cf. le bilan radiologique de la 4e Partie, chap. 4.

Pendant l'été 1969 la piscine fut donc couverte par une tente dotée d'un système de ventilation particulier qui en renouvelait le volume soixante fois par heure. Le circuit de l'eau de la piscine fut branché au système de purification des piscines de stockage des combustibles irradiés avant retraitement.

L'accumulation d'expérience et l'analyse des dysfonctionnements entraînèrent la décision d'arrêter temporairement après la campagne LEU 1970 le retraitement pour décontaminer les installations afin de pouvoir procéder à des vérifications et à des modifications. Cet arrêt allait durer près de neuf mois.

***L'arrêt de l'usine (17 mai 1970-15 février 1971) – Quatre mois de rinçage et de décontamination***

Il fut d'abord procédé à un rinçage intensif de l'installation, pour récupérer le plus de matière fissile possible. On utilisa des solutions d'acide nitrique et des solutions contenant de l'uranium 4. On avait en effet trouvé que le plutonium déposé sur les parois en acier inoxydable sous forme de «polyoxyde», dans laquelle il prenait la valence 4, se détachait plus facilement quand on le réduisait à la valence 3. 9,5 kg d'uranium et 1,7 kg de plutonium purent ainsi être récupérés.

Après le rinçage commença la décontamination de l'équipement, qui devait permettre de procéder aux interventions. Cette phase constitua sur une courte période une première expérience du type de travail qui devait suivre la fermeture de l'usine en 1975.

Plusieurs types d'agents de décontamination furent utilisés, au pouvoir plus ou moins corrosif suivant les besoins[79]. Les effluents de décontamination, abondants, furent dirigés, en fonction de leur composition, vers les unités de traitement et de stockage appropriés. 13 000 Ci furent ainsi enlevés de l'installation après le rinçage final. La radioactivité, qui pouvait atteindre par endroits 10 Sv/h, fut réduite pratiquement partout à des niveaux de l'ordre de 0,1 à 0,25 mSv/h.

La réduction de la radioactivité ambiante permit de débuter en octobre les interventions. Celles-ci consistèrent, soit en opérations d'entretien ou de vérification, soit en modifications ou nouvelles installations.

Des travaux d'entretien et des vérifications approfondies furent réalisés: révision des ventilateurs et des pulseurs de colonnes, remplacements d'équipements défectueux ou usés, comme 120 m de conduite de vapeur ou encore le système d'échantillonnage des réservoirs collectant les effluents chauds avant leur transfert vers la station de traitement.

Quatre types de modifications furent réalisées :

- Le second cycle LEU de l'uranium fut modifié pour pouvoir servir comme second cycle pour les campagnes HEU ;
- Les connexions nécessaires au raccordement des nouvelles installations de purification du plutonium et de récupération du neptunium furent installées ;
- L'équipement fut adapté pour améliorer les conditions techniques et de sécurité du retraitement. On tentait de tirer les conséquences des incidents apparus ;
- Un nouveau bâtiment, le n°24, fut construit pour stocker les effluents de moyenne activité.

En février 1971 l'usine était prête à repartir. Mais les perspectives d'avenir étaient sombres et la situation s'était totalement retournée depuis 1969. L'entreprise de coopération traversait en effet une nouvelle crise économique et politique.

---

[79] Par ordre croissant de corrosion:

- agents non-corrosifs: en alternance du $HNO_3$ à 2-10 M et du NaOH à 0,5 à 5 M, du Citrate de Na, du nitrate de Vantoc (lauryl-diméthil-benzil-ammonium) ;
- peu corrosif: tartrate de Na à 5% dans 5 M de NaOH, du $KMnO_4$ à 0,1 M dans du NaOh à 0,1 M; une solution de $H_2C_2O_4$ à 7% ;
- corrosif, avec un temps de contact maximum de 5 heures; du NaF à 3% dans du $HNO_3$ à 5 M, et du $Al(NO_3)_3$ à 0,1 M, ajouté pour complexer les ions F.

Le programme et un calendrier de la décontamination sont présentés en détail in CA(71)2, pp. 39-42.

# Chapitre 3

## Les dernières années du retraitement à Eurochemic

### Crise politico-économique de la coopération et maturité technique

***Du début des années soixante-dix à janvier 1975***

A la fin des années soixante la multiplication des projets d'usines de retraitement pouvait faire craindre l'existence d'une surcapacité, alors que la lenteur du développement de la production électronucléaire par rapport aux prévisions et la nécessité de maintenir en activité les usines existantes déprimaient les prix. En février 1970 la crise du retraitement était reconnue et analysée dans un rapport par un groupe d'experts nommés par le Forum atomique européen. Le rapport formulait des recommandations pour sortir de la crise.

Ces recommandations auraient pu entraîner le renforcement de la coopération européenne dans le retraitement. Elles la condamnèrent en fait dans un délai de deux années. De 1970 à 1972 se déroula un processus qui conduisit à programmer l'arrêt du retraitement européen pour 1974 et à lui substituer un cartel associant au Royaume-Uni les deux principaux actionnaires d'Eurochemic, la France et l'Allemagne. Cette décision ne mettait toutefois pas fin à la coopération dans Eurochemic parce que la Société devait encore exécuter un certain nombre de contrats de retraitement et parce qu'un établissement nucléaire ne peut être fermé avant qu'aient été réglés de nombreux problèmes. Mais elle créa de profondes et durables fractures entre les pays membres, au sein de l'AEN et au sein de la Société elle-même.

La décision d'arrêt entraîna pour l'entreprise à la fois la nécessité de se préparer à cesser ses activités de retraitement et celle de les achever au plus vite. Le retraitement prit ainsi des allures plus industrielles que pilotes après l'arrêt de 1970-1971. Les dernières années d'exploitation continuèrent à apporter un capital d'expérience technique important.

**Un constat de crise du retraitement européen à la fin des années soixante – Le rapport FORATOM de février 1970**

***L'origine et les objectifs du rapport***

- En 1968 le Conseil d'administration du Forum atomique européen, dit FORATOM [1], représentant les intérêts nucléaires des industries européennes, décida de constituer un groupe d'experts chargés d'examiner l'avenir du retraitement en Europe.
- FORATOM avait pour objectif de coordonner les efforts des acteurs européens, alors que les capacités de retraitement se révélaient excédentaires à moyen terme et que les projets nationaux se multipliaient: "in 1968 the total quantity reprocessed in Europe was about 1000 t, while the available reprocessing capacity was three to four times as big" [2]. Le rapport avait comme objectif d'analyser la situation et de proposer des solutions pour que «le retraitement devien[ne] une industrie saine»[3].

Le groupe d'experts comportait 16 membres, sous la présidence de M. Seynave, du Groupement professionnel de l'Industrie nucléaire belge, le rapporteur étant M. Marcus, du Nordic Nuclear Coordination Committee, qui avait cofinancé le rapport[4]. Il se réunit le 10 décembre 1968, puis en juin et en octobre 1969. Il

---

1 FORATOM avait été constitué le 11 juillet 1960. Son premier Président était Henri Ziegler, une figure centrale de l'industrie aéronautique française. AtW, 1962, p. 410.

2 P.1.

3 Résumé en français, p. I : «Les spécialistes européens du retraitement ont trouvé un forum commun leur permettant d'exprimer leur point de vue sur la manière dont devraient évoluer leurs activités. Ils pensent que, si ces idées sont suivies, le retraitement deviendra une industrie saine, mais ils n'ignorent pas les obstacles qui devront être franchis.»

4 Les autres membres étaient : pour Eurochemic, Y. Leclerq-Aubreton et J. Asyee, pour le CEA J. Couture et Y. Sousselier, M. Mamelle représentant SGN, pour l'UKAEA MM. Avery et Kemp, pour GWK W. Schüller et P.Zühlke,

approuva le rapport le 10 décembre 1969 lors d'une dernière réunion à Karlsruhe. Rédigé en anglais, il comporte 62 pages et des résumés en anglais, français, allemand et italien.

Après avoir rappelé la place du retraitement dans le cycle du combustible et présenté les techniques utilisées ainsi que les usines existantes en Europe et aux Etats-Unis, les experts examinent les caractéristiques du marché et les coûts du retraitement des combustibles réacteurs à eau ordinaire et des autres types de combustibles, tant du point de vue technique qu'économique ou politique. Ils en tirent des conclusions débouchant sur la formulation de recommandations.

***La situation du retraitement européen*** [5]

*La crainte d'une surcapacité*

La situation du retraitement était en effet plutôt préoccupante. Les surcapacités estimées[6] conduisaient à baisser les prix, qui arrivaient pour les retraiteurs purement civils largement au-dessous de leurs prix de revient. La poursuite des projets de développement nationaux ne pouvait qu'accentuer les difficultés pour l'avenir, dans la mesure où l'essor de la production électronucléaire était toujours plus lent qu'escompté. On estimait cependant qu'à long terme, à l'horizon des années 1990, 10 000 à 40 000 t seraient disponibles annuellement pour le retraitement[7] (Figure 99), ce qui représentait un marché de 900 M de $ 1970.

Le problème n'était pas inexistant pour les combustibles des réacteurs d'essai des matériaux ni pour ceux des surgénérateurs, mais il se posait surtout pour les combustibles des réacteurs à eau ordinaire qui, en cette fin des années soixante, s'imposaient partout dans l'équipement des centrales de puissance commerciales. Pour les réacteurs d'essai des matériaux, à l'usine de Dounreay – 5 à 10 t de capacité annoncée – et à celle d'Eurochemic – 1,5 t – devait s'ajouter Eurex – 0,3 t. Même en ce qui concernait les surgénérateurs les sites se multipliaient. A Dounreay s'était ajouté AT1 à La Hague en 1968, et WAK envisageait aussi de retraiter des combustibles de surgénérateurs.

Quant aux combustibles à uranium naturel ou légèrement enrichi le marché était alors dominé par deux sites où se trouvaient des usines de grande capacité, en cours de reconversion des réacteurs graphite-gaz vers les autres types de réacteurs.

A Windscale, qui avait la plus grosse capacité européenne de retraitement des combustibles graphite-gaz, soit 2500 t, la reconversion devait se faire avec la tête oxyde que l'on prévoyait de greffer au début des années soixante-dix sur l'usine mise en service en 1964. Il ne s'agissait pas là de la conséquence d'un changement de filière, mais d'un souci de rentabilisation commerciale maximale de gros équipements d'origine militaire, pour lesquels les problèmes d'amortissement ne se posaient pas, on le conçoit, dans les mêmes termes que pour les usines commerciales. La perspective de retraiter des combustibles oxyde entraînait la recherche de contrats de retraitement à l'étranger.

---

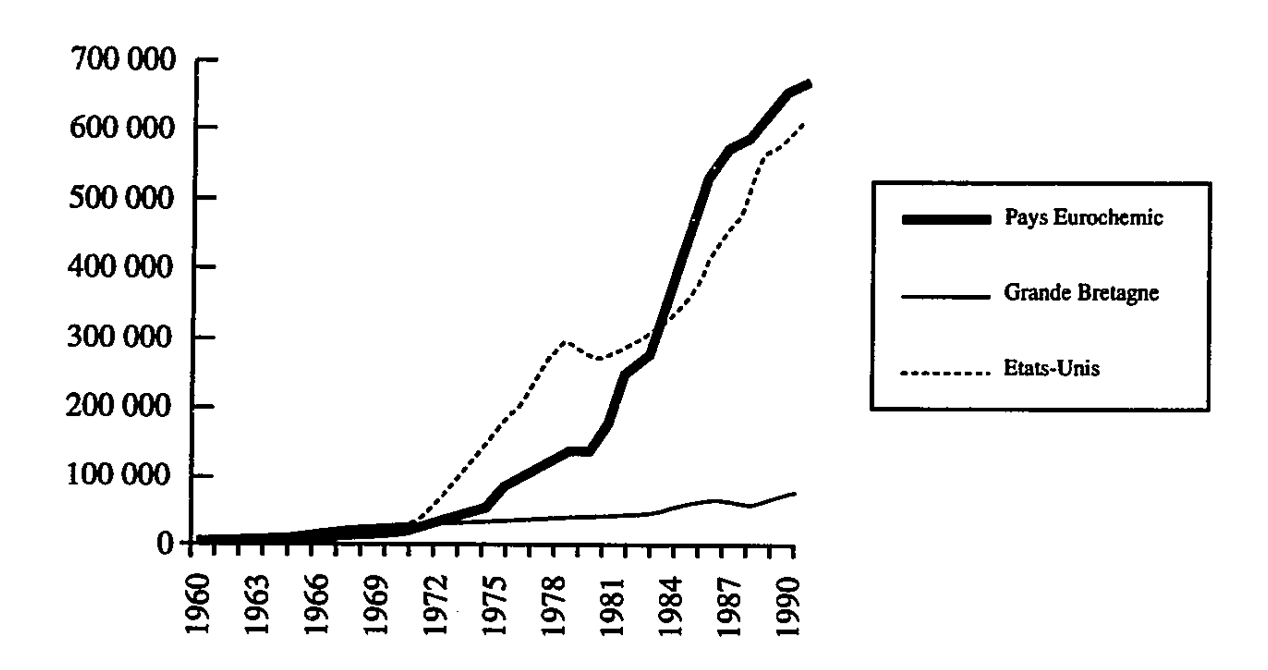
pour le CNEN MM. Calleri et M. Zifferero, pour AB Atomenergi E. Svenke, la Belgique était représentée par MM. De Beukelaer pour Belgonucléaire et Spaepen pour le CEN.

5 Note sur les sources : le rapport Foratom, souvent un peu allusif, est complété par le dépouillement d'*AtW*.

6 Il faut nuancer les calculs de surcapacité faits alors. Ils étaient en effet établis sur la base des déclarations de capacité des constructeurs et supposaient les usines pleinement opérationnelles à la date prévue pour leur entrée en service. Or indépendamment du plan de charge commercial, les problèmes techniques rencontrés diminuaient les performances, de sorte que les capacités réelles étaient inférieures à celles qui étaient déclarées. Comme l'exprime Pierre Strohl, il n'y avait en fait pas de surcapacité réelle, mais plutôt une surcapacité «sur le papier» ou «dans les têtes».

7 Rapport p.1. Il est difficile d'établir une relation entre ces projections et la réalité. Ces projections semblent très optimistes, même si elles ne sont pas irréalistes. En effet, si l'on considère, comme le suggère le rapport Foratom, résumé français p. II, que 1000 MWe installés produisent 35 t de combustible par an pour des réacteurs à eau légère, cela correspondrait dans l'hypothèse la plus basse de l'estimation du rapport FORATOM à une capacité installée de 285 GWe en 1990. Or la puissance installée en 1992 dans l'ensemble des pays européens de l'OCDE était de 274 GWe, d'après AEN/OCDE (1994), *Données sur l'énergie nucléaire*, p. 12. Il faut remarquer de plus que l'estimation du rapport entre la capacité installée et la quantité de combustible irradiée produite fut abaissée à 30 t pour 1000 MWe installés, si l'on suit HOSTE A., JAUMOTTE A., dir. (1982), section VIII, p. 3.

La Figure 99 retrace le rythme réel de développement de la production électro-nucléaire dans les pays appartenant à Eurochemic pour la période allant de 1960 à 1990. Il met en évidence le caractère tardif du développement du nucléaire par rapport aux prévisions. L'évolution exprimée en pourcentage de la production électrique totale est encore plus parlante, tout en mettant en évidence le caractère rapide d'une croissance partie d'un très bas niveau. De 1968 à 1970 la part du nucléaire dans les pays Eurochemic passe de 1,1% à 2,1%, contre 12,33% en 1980 et 35,02% en 1990. Ces statistiques agrégées demanderaient à être nuancées par l'évocation des cas nationaux. Cinq pays membres ne produisent pas ou plus d'électricité nucléaire en 1990. L'annexe statistique de la production électronucléaire détaille l'évolution par pays (Annexe 7).



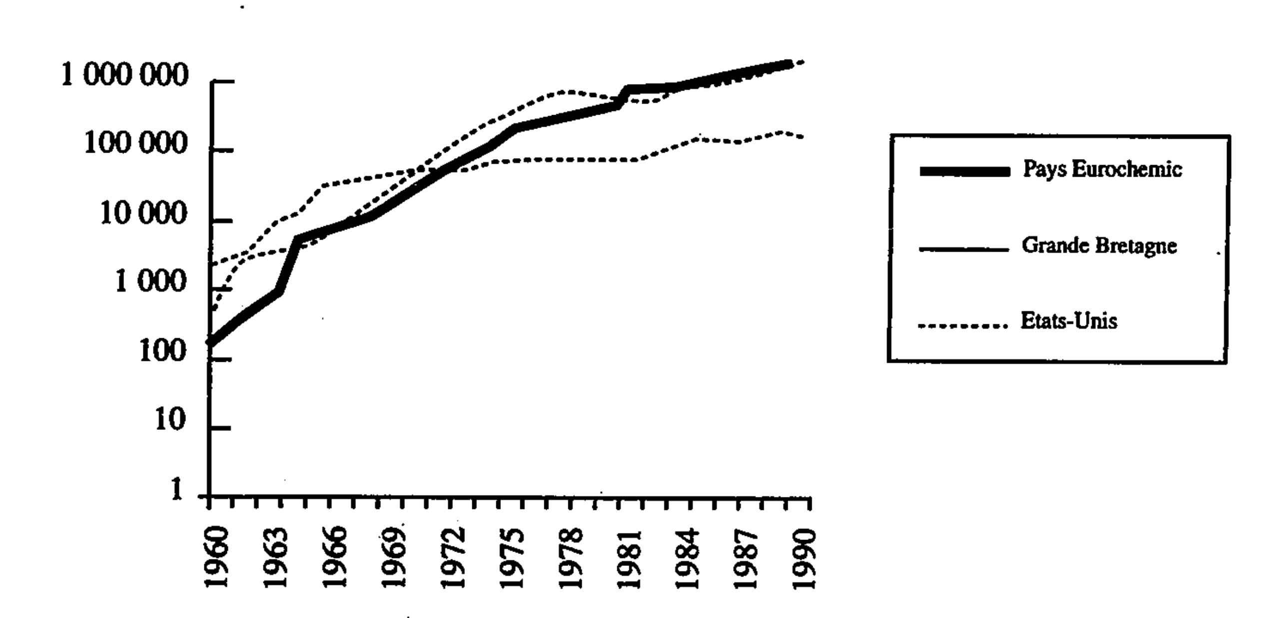




**Figure 99.** Evolution de la production électronucléaire des pays membres d'Eurochemic, comparée à celle de la Grande-Bretagne et des Etats-Unis de 1960 à 1990, exprimée en GWh. En haut: échelle arithmétique. En bas : échelle logarithmique. Les deux graphiques mettent en évidence à la fois la vitesse du rattrapage par l'Europe continentale de son retard sur les Etat-Unis et sur la Grande-Bretagne et le caractère très modeste, jusqu'à la fin des années soixante-dix, de la production électronucléaire des pays appartenant à Eurochemic. (Source des données : AIE/OCDE (1990, 1991, 1992).)

En France le débat avait été ouvert sur le passage de la filière nationale graphite-gaz à la filière américaine à eau ordinaire et avait débouché quelques mois avant la remise du rapport Foratom sur la décision gouvernementale de novembre 1969 qui abandonnait la filière développée au CEA[8]. Il était logique que l'on envisageât à La Hague la reconversion de UP2 vers le retraitement des combustibles oxyde des réacteurs à gaz avancés (AGR), des réacteurs à eau ordinaire et de certains réacteurs à eau lourde, pour une capacité de 900 t, en lui greffant une tête oxyde[9].

*Les projets italiens et allemands*

La situation de surcapacité devait être à terme pire encore du fait des projets de développements nationaux de l'Italie et de l'Allemagne. Ces deux pays achevaient alors leurs usines-pilotes, et l'Italie avait décidé de se lancer dans la construction d'une usine de grande capacité destinée prioritairement à retraiter le combustible national.

D'EUREX-1 à EUREX-2 – Le retraitement italien du Nord au Sud

Le 26 mars 1968 l'usine-pilote EUREX de Saluggia avait été remise par ses constructeurs au CNEN [10]. Cette usine pilote affichait une faible capacité, 25 t de combustibles faiblement enrichis provenant de réacteurs à eau ordinaire (LEU de REO). Par rapport au programme initial qui ne prévoyait que le retraitement de combustibles hautement enrichis des réacteurs d'essais des matériaux (HEU de MTR) et par une démarche en quelque sorte inverse à celle d'Eurochemic le projet avait été en effet réorienté vers le retraitement mixte de LEU et de HEU [11]. En octobre 1969 avait lieu la première livraison de combustible irradié à EUREX, en provenance de la centrale de Latina[12].

Trois mois auparavant , le 2 août 1968, le Comité de planification économique (CIPE ) avait décidé que le retraitement des combustibles italiens devrait se faire dans une seule usine, nationale. Les discussions menées sous les auspices du CNEN entre les financeurs prévus, l'ENI (70%), l'IRI (10%) et des entreprises privées débouchèrent en mai 1969 sur la signature d'un contrat entre le CNEN et une filiale de l'ENI, SNAM Projetti. Il prévoyait la construction de l'usine de retraitement italienne EUREX 2 à Rotondella, à proximité du pilote de retraitement de la filière au thorium ITREC. D'une capacité de 600 t, EUREX 2 devait coûter de 52 à 61 M $[13]. Les Italiens semblaient donc un peu en avance sur les Allemands, qui avaient suivi la même voie.

En 1967 en effet avaient commencé les travaux de construction du pilote de Karlsruhe, WAK, une usine de 35 à 50 t de capacité en LEU[14]. Les Allemands désiraient aussi construire à terme leur propre grande usine[15], mais étaient moins avancés dans le projet que les Italiens. La situation italienne ne pouvait que les inquiéter dans le contexte de surcapacité européenne.

Eurochemic avec 100 t de capacité de retraitement des combustibles de réacteurs à eau ordinaire estimés alors officiellement, se situait en termes de capacité plutôt dans la «cour des petits», mais dans la frange supérieure. A la différence des autres usines elle avait déjà une expérience, certes récente, dans le retraitement des combustibles oxydes.

***La guerre des tarifs***

La surcapacité envisagée entraînait une guerre des prix préventive qui menaçait d'être fatale au retraitement commercial. En Grande-Bretagne comme à Eurochemic étaient offertes des conditions imbattables pour des types de combustibles qu'à Windscale on ne savait pas encore retraiter[16] ou qu'on n'était pas capable, à Mol, de retraiter dans les quantités demandées.

---

8 Sur la «querelle des filières» en France et le choix de la filière à eau ordinaire, voir le témoignage direct du Président de l'EdF Marcel Boiteux, BOITEUX M. (1969), ainsi qu'une vision rétrospective dans BOITEUX M. (1993). Pour une mise en perspective historique, voir SOUTOU G.H. (1991).

9 La mise en service de l'atelier de haute activité oxyde HAO se fit sur UP2 en 1976.

10 AtW, 1967, p. 228.

11 Les capacités annoncées étaient de 30 kg/j de MTR et 100Kg/j de LEU, soit trois fois moins qu'à Eurochemic.

12 Eurex devait entrer en service en octobre 1970.

13 AtW 1969 p. 227.La source indique 192 à 224 M DM. Eurex 2 ne fut jamais construite.

14 L'usine WAK, dans ses relations avec Eurochemic est étudiée en détail à la 5e Partie, chap. premier.

15 Ce devait être le projet WA, Wiederaufarbeitungsanlage. Le terme est postérieur et sert à désigner l'usine prévue à Gorleben puis à Wackersdorf.

16 La Grande-Bretagne pouvait cependant immédiatement exécuter des contrats sans avoir à retraiter réellement des combustibles oxydes en livrant à ses clients de l'uranium légèrement enrichi en provenance de son usine d'enrichissement de Capenhurst ainsi que du plutonium provenant du retraitement à Windscale de ses propres

Windscale offrait en effet de retraiter en 1969 à 15 $/kg d'uranium, alors que les prix américains étaient de plus du double et que les coûts réels d'une usine commerciale étaient estimés par le rapport à 22 $/kg au minimum pour une usine de 1500 t/an fonctionnant à 100% de sa capacité et à 55 $/kg pour une usine de 300 t/an (1 t/j) fonctionnant à 100% de sa capacité[17]. Eurochemic, on l'a vu, avait été contrainte à renoncer dès le début de l'application de son programme commercial au système initial de définition de ses prix et proposait pour le retraitement des combustibles à uranium naturel ou légèrement enrichi des prix tournant entre 20 et 30 $/kg [18]. Cette guerre des prix s'accompagnait d'une politique de contrats intégrant des services élargis, dont on a déjà analysé les conséquences sur la politique commerciale d'Eurochemic.

Surcapacités croissantes et guerre des prix étaient considérées comme suicidaires par les retraiteurs européens. Foratom en tirait les conséquences et formulait un certain nombre de recommandations pour que subsistent le maximum de parties compétentes dans l'avenir. Les conclusions qui en furent tirées ne furent pas toujours aussi respectueuses du statu quo.

### *Les recommandations du Rapport Foratom et leurs conséquences*

#### *Les principales conclusions du rapport* [19]

La coexistence en Europe de trois grandes usines au passé militaire avec trois usines plus petites exclusivement civiles[20] entraîne une distorsion de la concurrence, qui risque de maintenir les prix européens à un niveau peu favorable au développement industriel du retraitement civil[21]. Ceci implique que tout nouveau projet pour être viable économiquement doit être de taille suffisamment importante. Les perspectives de développement ne rendent pas nécessaire l'entrée en service d'une nouvelle usine en Europe avant 1978-1980. Celle-ci devrait retraiter essentiellement des combustibles issus de réacteurs à eau ordinaire. Elle devrait être de grande taille, avec une capacité de l'ordre de 3 à 5 t/j, et pourrait ainsi desservir 70 réacteurs.

La multiplication des petits projets ne peut que retarder l'instauration d'un marché sain[22]. Ces petits projets sont cependant l'expression d'intérêts industriels et politiques nationaux, qu'il faut prendre en compte. La solution ne peut donc passer que par la coopération internationale.

Si l'on veut constituer une industrie «qui soit viable, sans nécessiter de subsides, dans un système compétitif, mais avec un certain degré de coordination», il faudrait, «par des accords commerciaux entre toutes les parties intéressées, [...] tendre à une utilisation optimale – sans discrimination – des capacités de retraitement existant en Europe. Le but de tels accords serait d'éviter des pertes pécuniaires inutiles et de parvenir à un niveau sain des prix du retraitement. De même la construction de capacités supplémentaires devrait être décidée en fonction de la demande réelle. En conséquence, les extensions prévues et transformations [...] seraient ajournées. De même de nouvelles usines ne seraient pas mises en exploitation avant d'être justifiées par la situation du marché. [...] Enfin des accords devraient être conclus afin de permettre que les petites usines existantes soient exploitées en tant que pilotes, pour des combustibles spéciaux, pour traiter des tonnages de pointe, etc. [...] Une coordination dans les travaux de développement devrait être prévue pour éviter les doubles emplois, assortie d'accords commerciaux pour leur application dans les nouvelles usines».

«Afin de contrer les arguments politiques favorisant la construction, très tôt, de petites usines, en dépit de leur coût plus élevé, une distribution géographique de nouvelles grandes usines devrait tendre à ce que chaque région ayant une forte densité de centrales nucléaires soit desservie par une usine de retraitement.»[23]

Une certaine harmonisation devrait se faire au niveau des contrôles et des normes de sécurité «pour éviter le risque de voir la concurrence s'effectuer aux dépens des normes de sécurité».

---

combustibles irradiés dans ses réacteurs à uranium naturel. La concurrence *commerciale* britannique était donc réelle, sinon la concurrence technique.

17 Résumé en français p.III.

18 Il n'y a rien dans les archives sur les tarifs pratiqués par Marcoule et La Hague, probablement parce qu'il s'agit de marchés captifs et non commerciaux, internes au CEA ou entre organismes publics, le CEA et EdF.

19 P. 55-59 et résumé en français (en pages roses). Le rapport est politiquement neutre et purement industriel. Cette caractéristique contribua largement à la double lecture politique qui put en être faite et qui est exposée ci-après.

20 Windscale, Marcoule et La Hague d'une part, Eurochemic, EUREX et WAK d'autre part.

21 Le rapport se place dans une perspective de marché européen, non sans avoir rappelé l'existence d'une concurrence hors d'Europe. Il rappelle ces limitations dans ses conclusions.

22 P.58: "...the overall reprocessing situation will further deteriorate by the building of more, smaller plants than warranted by the market".

23 Il s'agit là de la première expression du projet que l'AIEA devait baptiser en 1977 «Centres régionaux du cycle du combustible», destinés à permettre le retraitement sous contrôle international pour éviter les risques de prolifération, cf. 4e Partie, chap. premier.

Le groupe conclut en proposant de réexaminer l'évolution de la situation de manière régulière et en proposant ses services, notamment dans l'aide «à la formulation des réglementations et des normes pour la gestion des déchets y compris leur stockage final». Le rapport soulignait en effet la nécessité qu'il y avait à améliorer ces points.

*L'enjeu du rapport Foratom – Quelle usine pour les années soixante-dix, une grande usine internationale ou une grande usine nationale ?*

Pour la plupart des participants au groupe d'experts Foratom, acteurs de la coopération européenne ou régionale – entre pays nordiques – la résolution des difficultés du retraitement passe par la coopération internationale et donc par la renonciation à de nouveaux projets nationaux. Dans cette perspective, la place d'Eurochemic peut apparaître comme double, comme usine et comme structure internationale. Le rapport, dans un souci consensuel, souligne la vocation limitée mais existante des unités pilotes. Il considère de manière implicite qu'Eurochemic pourrait constituer l'embryon d'une future grande usine européenne.

Mais une autre lecture fut faite par certains protagonistes. UNIREP tire les conséquences de la situation pour trois pays, les deux géants européens du retraitement et l'Allemagne. Les dangers de surcapacité imposaient à la France et à la Grande-Bretagne que soient bloqués les autres projets nationaux. L'Allemagne, qui aurait pu être mise hors jeu, réussit[24] à se faire une place parmi les retraiteurs, au moins dans un avenir qu'elle espérait relativement proche. Dès le mois de mars 1970 en effet commencèrent des négociations difficiles entre l'UKAEA, le CEA et les entreprises allemandes intéressées au retraitement – Bayer, Hoechst, Gelsenberg et Nukem – en vue de constituer un pool de commercialisation, la future société UNIREP.

Le déroulement parallèle des négociations UNIREP, auxquelles étaient parties les deux principaux actionnaires d'Eurochemic, ne pouvait pas ne pas avoir de conséquence sur l'avenir de l'entreprise européenne de retraitement.

**La décision d'arrêt et la crise de la coopération européenne [25]**

Le «Programme futur» de mars 1969 prévoyait pour Eurochemic une réévaluation de la situation au plus tard en 1972, en particulier afin d'en actualiser le financement. Ce réexamen fut en fait entrepris dès le début de 1971 et conduisit à programmer l'arrêt du retraitement.

Le 19 novembre 1971 le Conseil d'Administration[26] adoptait la conclusion suivante :

«Après un examen approfondi des problèmes que pose l'avenir de la Société, une majorité s'est dégagée au sein du Conseil en faveur d'une réduction progressive de la cadence d'exploitation de l'usine afin de préparer, dans les meilleurs délais, les opérations de fermeture de l'installation.

Celles-ci devraient être réalisées au coût minimum compatible avec les impératifs de la sécurité et le respect des obligations de la Société notamment envers son personnel.

Les étapes et le calendrier de l'ensemble des opérations tendant à la réalisation de ces objectifs [...] seront définis par le Groupe restreint avec l'aide du groupe d'experts.

Parallèlement des négociations seront entamées avec le gouvernement belge sur les conditions de reprise du site.»

Cette décision conduisait le 16 mars 1972 à réviser le Programme quinquennal de 1969. La fin de l'exploitation était prévue pour le 1er juillet 1974 et un protocole d'accord sur le licenciement du personnel était adopté.

Il faut expliquer le processus qui a abouti à la décision d'abandon du retraitement. Le témoignage de la plupart des acteurs de cette période fait commencer le «début de la fin» d'Eurochemic avec la publication du rapport FORATOM en février 1970. Il associe la décision du 19 novembre 1971 exposée ci-dessus avec la création un peu plus d'un mois auparavant, le 13 octobre, de l'United Reprocessors Gesellschaft (UNIREP[27]) par les retraiteurs français, britanniques et allemands. Selon ce récit, UNIREP aurait «tué» Eurochemic. La lecture des archives et les entretiens menés amènent à nuancer cette thèse. La décision de fermeture est prise avant l'achèvement des négociations qui conduisirent à la constitution de la Société. Mais avec UNIREP disparaît

---

[24] En l'absence de sources actuellement ouvertes à la recherche, il est impossible de savoir comment. Mais sa capacité financière et ses perspectives de développement électronucléaire en faisaient un des principaux clients des retraiteurs.

[25] NE/EUR(72)1 comporte dans sa première partie un rappel des principales étapes et renvoie aux documents originaux.

[26] CA/M(71)3, p.6.

[27] On trouve parfois aussi l'abréviation URG dans les sources.

tout espoir de prolonger la coopération technique européenne dans le domaine du retraitement au-delà de l'expérience d'Eurochemic. Ce qui s'instaure alors, dans un contexte de crainte des surcapacités, est une coopération commerciale trilatérale dans une logique de cartel oligarchique[28].

Le «Programme futur» adopté en 1969 était porteur d'une grande ambition pour Eurochemic, qui reprenait une idée affirmée dès les origines dans une interprétation possible d'un article des Statuts[29], réaffirmée le 12 décembre 1968 par le Directeur général Rudolf Rometsch, en accord avec le Conseil d'administration lors du Symposium sur l'Energie nucléaire organisé à Milan par la Fédération scientifique et technique dépendant de Foratom[30].

L'usine de Mol devait être le prototype d'une «grande usine européenne de retraitement», construite par «un groupe industriel international constitué par des sociétés exerçant une activité nucléaire importante dans le cycle du combustible»[31]. Les contrats à long terme qui furent signés, alors que l'avenir de l'usine de Mol n'était pas absolument assuré au-delà de la date d'expiration de la Société, ne peuvent pas s'expliquer autrement.

Yves Leclerq-Aubreton, Directeur général depuis 1969, défendit cette conception avec conviction et énergie[32]. Il rêvait de cette nouvelle usine européenne, Eurochemic 2, qu'il voulait comparable à La Hague ou à Windscale. Cette vision des choses l'entraîna à tenter par des initiatives personnelles hardies de sauver le retraitement européen, ce qui contribua à détériorer ses relations avec certains membres du conseil d'Administration, à un moment difficile, et à accroître encore les dissensions et clivages qui se firent jour entre les actionnaires de la Société, dissensions qui constituèrent également un facteur dans le processus de la décision d'arrêt.

De la même façon a joué le calendrier d'exploitation de l'usine. L'arrêt du retraitement de mai 1970 à février 1971 retarda l'exécution des contrats et découragea en partie ceux qui mettaient des espoirs industriels dans l'usine. Mais si, à l'évidence, l'arrêt du retraitement n'eut pas comme seule cause UNIREP, la constitution du cartel européen en fut le catalyseur.

### *Le processus de la décision d'arrêt*

#### *Le constat de l'impossibilité de l'exécution du programme quinquennal, la décision du principe d'arrêt et des conditions de la fermeture (janvier 1970-mai 1971)*

La baisse des recettes de retraitement et les problèmes de financement de 1970

Les problèmes techniques qui ont été présentés au chapitre précédent générèrent des retards dans l'exécution des contrats et ralentirent le rythme d'encaissement des recettes de retraitement.

Table 53. **Recettes prévues et recettes réelles tirées du retraitement de 1969 à 1971**

| Année | Recettes de retraitement prévues par le programme quinquennal (M FB) [33] | Recettes réelles. (M FB) [34] |
|---|---|---|
| 1969 | s.o. | 58,28 |
| 1970 | 89,56 | 28,45 |
| 1971 | 89,56 | 104,74 |

[28] La coopération technique devient bi- ou trilatérale et elle est subordonnée à la logique commerciale: ainsi en est-il pour l'association BNFL-SGN de décembre 1972.

[29] Article 3, alinéa 3: «Dès qu'il apparaîtra que les quantités de combustibles irradiés que les pays membres de l'Organisation Européenne de Coopération Economique entendent envoyer pour traitement dans une installation commune risquent d'excéder la capacité de cette usine, la Société devra rechercher les moyens de faire face à des conditions économiques à la demande de ces pays».

[30] Signalé par Rudolf Rometsch. Ce papier constatait que, si les besoins actuels étaient couverts, toute nouvelle usine devrait avoir entre 1000 et 1500 t de capacité et que le coût du retraitement devrait être fixé à un montant permettant la récupération de l'investissement et du coût de fonctionnement sur dix années. En pratique cela équivalait à décupler ce coût. Ce qui fut ultérieurement fait par UNIREP....

[31] NE/EUR(69)1, p.8.

[32] A l'occasion de son discours d'adieu le 11 décembre 1972 il devait rappeler: «Personnellement je me suis toujours fait une certaine idée de.... » l'Europe, en général et de la coopération internationale en particulier. C'est cette idée que j'ai essayé de mettre en pratique depuis mon arrivée à Eurochemic».

[33] Valeur établie par conversion des données en $ au taux de 1969.

[34] Source. Bilans.

Ils entraînèrent également des frais, dont la couverture n'avait pas été prévue par des provisions pour incidents d'exploitation.

L'accélération de l'inflation après 1968 augmenta les prix et tendit les salaires, ce qui se traduisit, malgré la baisse des effectifs, par un maintien de la masse salariale entre 122 et 124 M de FB de 1967 à 1970. Là encore rien n'avait été prévu. Pour faire face à ses problèmes de trésorerie, l'entreprise fut amenée à emprunter au fonds de prévoyance du personnel et à réduire au maximum les dépenses annexes[35].

A court terme il fallait trouver de nouvelles recettes, ce qui se fit par l'accélération de la recherche et de la signature des contrats en 1970[36], nécessitant une augmentation du personnel chargé des tâches administratives. Des tentatives furent faites au Groupe spécial pour obtenir des contrats préférentiels avec les pays membres, mais sans résultats tangibles. Il devint vite clair que le programme quinquennal était intenable.

La remise en cause du programme quinquennal et l'adoption en janvier 1971 du principe d'un arrêt

Un Groupe restreint du Groupe spécial qui avait été constitué en 1970 remit le 20 janvier 1971 au Groupe spécial une note sur l'avenir de la Société. Il mesurait l'accroissement du déficit en cas d'application du programme de 1969. Il constatait que le déficit continuerait à se creuser bien au-delà de 1974. Il fallait donc réviser le programme et «examiner les conditions dans lesquelles il pourrait être mis fin à l'exploitation des installations».

Le Groupe spécial demanda qu'une étude plus détaillée précisant les modalités de révision soit faite par un groupe d'experts et qu'on explore des scénarios de fermeture, que la Belgique soit particulièrement associée à ces études et enfin qu'une démarche soit entreprise en direction des négociateurs d'UNIREP, dans l'espoir de définir une place pour Eurochemic dans l'accord qui se négociait alors.

La décision du 26 mai 1971 sur les conditions de la fermeture

Le 26 mai 1971, lors de la cinquante-et-unième séance du Conseil d'Administration, qui se tint à Mol, le groupe d'experts présenta son étude[37] ; elle comportait les scénarios de fermeture à court, moyen et long termes (avril 1972, décembre 1974, fin 1977 et fin 1980), combinés à des scénarios portant sur l'exécution des contrats – résiliation de la plus grande partie d'entre eux ou seulement de ceux à long terme. Le Conseil d'administration donna mandat au groupe pour explorer plus avant les scénarios de fermeture rapide, ainsi que celui du maintien d'un pilote à faible charge[38]. Il décida également l'étude d'une installation de bitumage des effluents de moyenne activité, nécessaire quel que soit le programme adopté. Cela amorçait la mutation de l'entreprise vers la gestion des déchets.

Un groupe restreint du Conseil d'administration fut constitué à la même date pour suivre les travaux et donner les directives nécessaires.

Le personnel d'Eurochemic avait eu vent d'une possible fermeture de l'usine[39]. Il chercha à obtenir des informations plus précises auprès de la Direction, qui ne put lui donner de réponse nette. Le Comité du personnel exigea donc d'être reçu par le Conseil d'administration pour «obtenir des décisions claires et des garanties pour l'avenir»[40]. Le Conseil d'administration fut en définitive séquestré pendant sept heures par des employés d'Eurochemic. Il informa leurs représentants que la décision de fermer était prise, que la situation du personnel serait examinée attentivement et que les salariés serait associé au travail du Groupe restreint du Conseil d'administration. Commença alors une négociation sur les conditions de licenciement, qui déboucha à la fin de l'année sur un Protocole d'accord.

---

35 Les problèmes de trésorerie continuèrent en 1971. Combinées avec les problèmes de personnel, ils ont pour l'historien l'inconvénient de diminuer la quantité et la qualité de ses productions sur papier, ce qui affecte l'iconographie de ce chapitre. Ainsi les rapports annuels, qui ne comportaient plus de photographies depuis 1967 mais de rares dessins, ne font plus l'objet de 1970 à 1974 d'une édition autre que sous forme de documents du Conseil d'administration.

36 Avec comme résultat un bond des recettes de retraitement pour 1971, qui fut la meilleure année de toutes à cet égard, cf. infra le bilan financier à la 3[e] Partie, chap. 4.

37 CA(71)11. L'étude elle-même est absente des archives.

38 Cette possibilité envisageait que le retraitement ne soit plus fait sur une base commerciale, mais uniquement dans des buts de R&D.

39 Ses inquiétudes accélérèrent le mouvement de normalisation de la vie sociale de l'entreprise, avec l'immixtion croissante des syndicats belges – les Belges étant majoritaires au sein du personnel – prélude à une normalisation institutionnelle en 1972.

40 AtW (1971), p. 325.

*Eurochemic, UNIREP et la stratégie allemande d'entrée dans l'industrie du retraitement (mai-octobre 1971)*

En ce qui concerne les démarches entreprises auprès des négociateurs UNIREP, Luis Gutierrez-Jodra, alors Président du Conseil d'administration, adressa le 29 avril 1971 une lettre au Production Group de l'UKAEA, au CEA et au Ministère allemand de l'éducation et des sciences. Si la réponse de Pierre Taranger, au nom du CEA, renvoyait aux discussions avec les représentants français et allemands au Conseil d'administration, celle de Wolf J. Schmidt-Küster, Chef de la division des affaires internationales au sein du Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft et membre du Conseil d'administration d'Eurochemic, était plus explicite, exposant clairement les principes qui, aux yeux de l'Allemagne, devaient désormais gouverner l'activité du retraitement :

«Le Ministère allemand ne voit certainement aucune objection à ce que des contacts aient lieu entre Eurochemic et le Groupe industriel européen [qui prépare UNIREP]. Toutefois, je doute fort que de tels contacts soient utiles pour parvenir aux décisions que les organes compétents de la Société Eurochemic devront prendre en ce qui concerne l'avenir à long terme de l'installation d'Eurochemic à Mol.

A cet égard, je tiens à souligner que, de notre point de vue, le retraitement du combustible à oxyde pour réacteur de puissance doit dorénavant être placé *sous la responsabilité commerciale des industries intéressées.* [C'est pourquoi le Ministère] n'envisage pas [...] de *subventionner* le retraitement de combustibles de ce type si ce n'est dans le cadre actuel de la Société Eurochemic.»[41].

En fait ce qui se jouait à cette période pour l'Allemagne dans les négociations était son «entrée dans la cour des grands». L'Allemagne échangea contre le retraitement de ses combustibles dans les usines anglaises et françaises le choix de Francfort comme siège de la Société de commercialisation des services de retraitement prévue, mais surtout la garantie que la grande usine à construire à la fin des années soixante-dix serait allemande. A cet effet s'était opéré le 23 août 1971 le regroupement des intérêts allemands dans la KEWA[42].

Le 13 octobre 1971 était donc constituée United Reprocessors Gesellschaft mbH, dont le siège était bien Francfort. Le capital de la Société était réparti par tiers entre KEWA, le CEA et British Nuclear Fuels Limited (BNFL), qui avait succédé à l'UKAEA dans le domaine du cycle du combustible britannique[43] (Figure 100). La société était dirigée par l'Allemand P. Zühlke. Les «grands patrons» du CEA et de BNFL, André Giraud et C. Allday se partageaient les présidences des organes de la Société[44]. UNIREP avait pour objectif immédiat la répartition des marchés du retraitement européen entre les usines anglaises et françaises jusqu'à saturation de leur capacité. Lorsque celle-ci serait atteinte, le relais serait pris par une grande usine allemande, pour laquelle on envisageait alors une capacité de 1500 t[45] (Figure 101).

Eurochemic n'était en aucune façon concernée par cet accord. Les grands du retraitement considéraient que sa tâche était achevée ou hors du sujet de leur alliance, qui portait sur les combustibles des réacteurs de puissance, et que sa vocation n'était pas commerciale. Il y avait là une claire dénonciation des divergences de départ sur la vocation de l'usine de Mol. Les membres d'Eurochemic partisans d'une fonction industrielle s'estimèrent floués et réagirent durement à la séance suivante du Conseil d'administration[46].

L'avenir du retraitement européen semblait bel et bien avoir été scellé ailleurs qu'au sein des instances de la coopération européenne en matière de retraitement lorsqu'eut lieu la réunion du conseil d'administration du 19 novembre 1971. Celui-ci examina les deux scénarios approfondis «les plus susceptibles d'être envisagés en pratique» pour mettre fin à la coopération. Une fermeture à la fin de 1972, d'une part, permettait d'envisager la dissolution de la Société en 1980. Une réduction progressive de l'activité de retraitement, d'autre part, pourrait aller de pair avec le lancement d'un programme de recherche et de développement axé sur le problème des rejets, du conditionnement et du stockage final des déchets radioactifs. Si cette solution devait être adoptée, les travaux de fermeture pourraient s'achever au plus tard en 1984.

*Le choix de la date de fermeture et le Programme révisé pour 1973-1974 (novembre 1971-novembre 1972)*

Le choix de la date de fermeture et la révision du programme furent faits le 16 mars 1972 par le Conseil d'administration et approuvés par le Groupe spécial lors de sa réunion du 8 novembre 1972. Ces décisions prenaient la forme d'un compromis entre la cessation immédiate des activités et la poursuite d'un programme industriel de longue durée sur les déchets radioactifs.

---

41 CA/M(71)2 p. 10-11.

42 Kernbrennstoffwiederaufarbeitungs-Gesellschaft. Son capital était réparti en quatre parts égales entre Bayer, Hoechst, Gelsenberg et Nukem.

43 Comme la COGEMA au CEA en 1976.

44 AtW, 1971, p. 557 et 565. Très exactement P. Zühlke est "Geschäftsführer", André Giraud, "Präsident", C. Allday, "Präsident des Beirates".

45 Un peu postérieur aux événements mais qui les reflète bien.

46 Notamment les Scandinaves. Cf. infra le tableau des réactions.

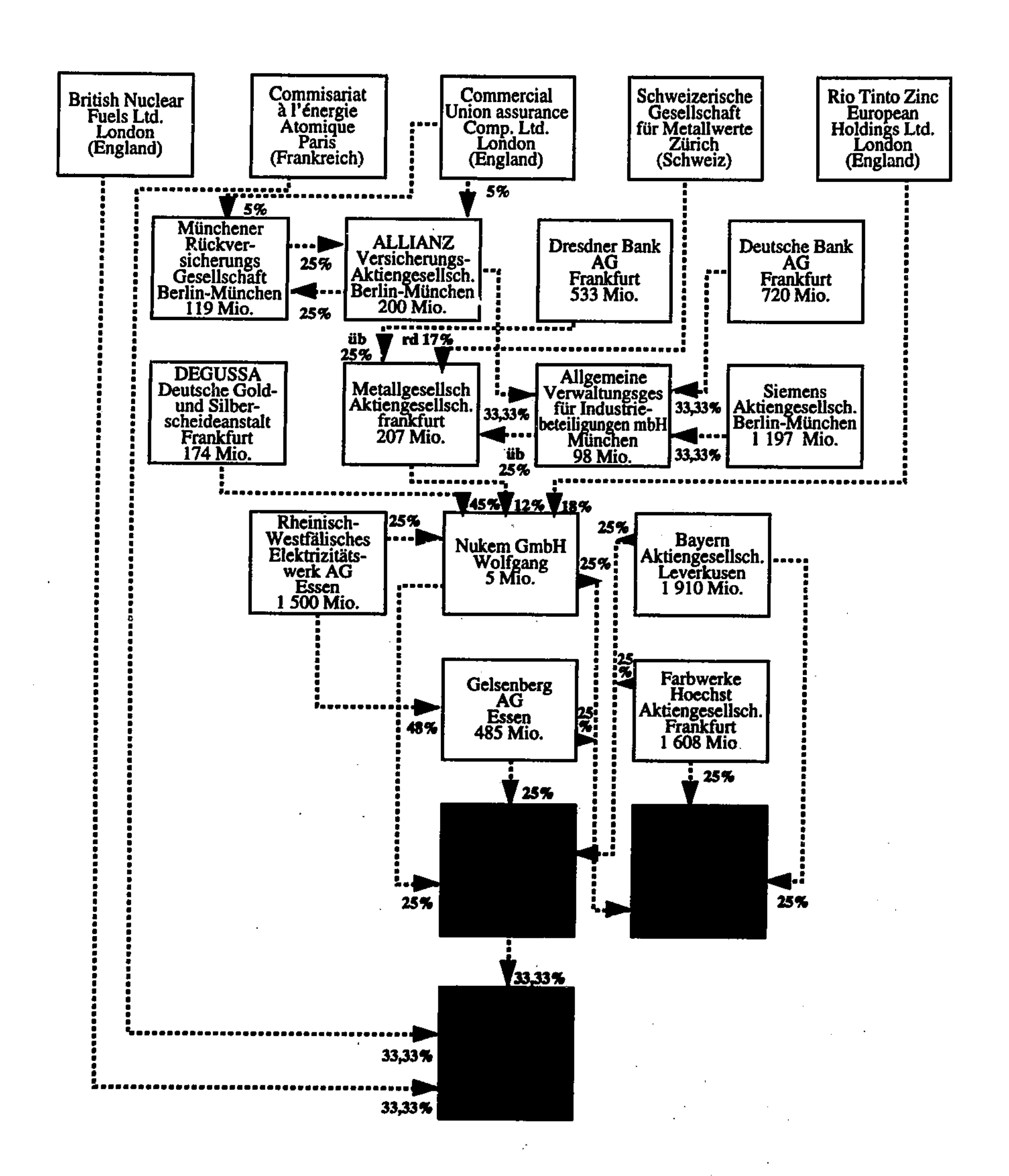



**Figure 100.** UNIREP et les structures du retraitement en Allemagne fédérale en juin 1974. (Source : SOLFRIAN W. (1974), p. 314.)

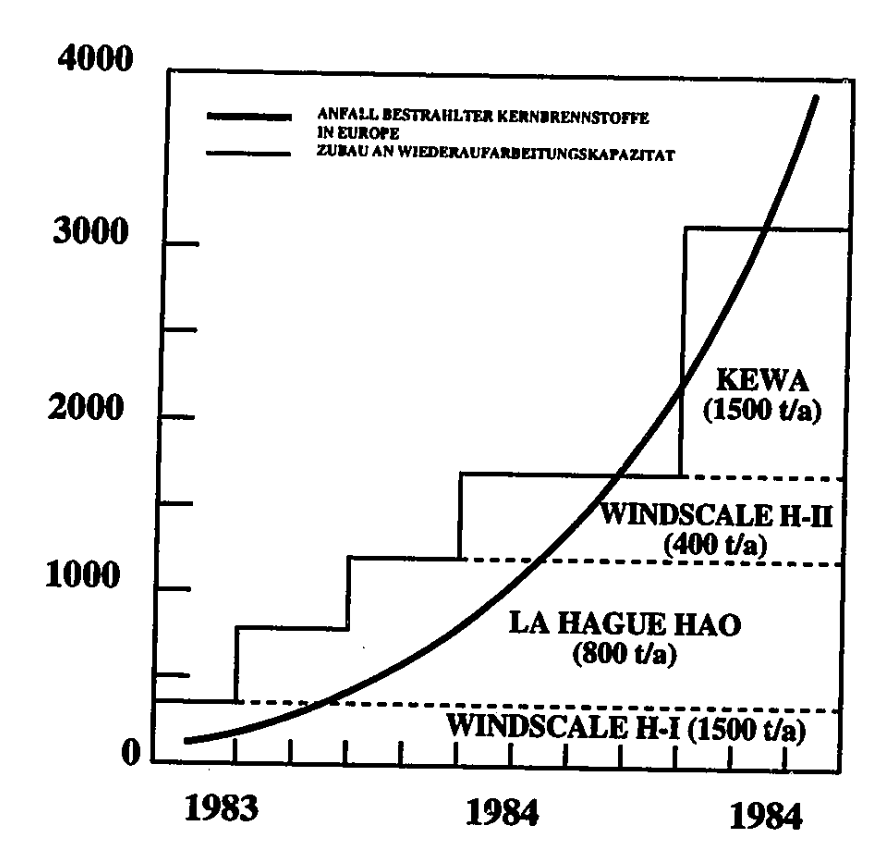



**Figure 101.** L'avenir du retraitement en Europe vu par UNIREP en 1974. La construction d'une usine allemande de très grande capacité par KEWA était prévue pour 1983, lorsque les usines de la Hague et de Windscale devaient arriver à saturation. Courbe en gras: prévisions de production de combustibles irradiés en Europe. Diagramme en barre: accroissement de la capacité de retraitement. (Source : ZÜHLKE P. (1974), p. 349.)

L'arrêt de l'exploitation et le programme social

Il était décidé que l'exploitation serait poursuivie jusqu'au 30 juin 1974, dans la mesure où «il n'était pas possible de décider un changement brutal dans des délais courts sans provoquer une crise sérieuse»[47] pour des raisons tant techniques que sociales.

Du point de vue commercial en effet, la résiliation de l'ensemble des contrats qui aurait été rendue nécessaire par une fermeture en 1972 aurait posé beaucoup de problèmes, en particulier pour des combustibles irradiés déjà livrés. Techniquement, d'autre part, certains combustibles ne pouvaient pas être retraités ailleurs qu'à Eurochemic. Etait donc adopté le principe de l'exécution maximale des contrats déjà engagés.

Aux raisons techniques et commerciales du choix de la date d'arrêt s'ajoutait une nécessité sociale: faire coïncider l'arrêt du retraitement et la mise en service de l'unité de bitumage dont la construction avait été décidée en mai 1971. Ce calendrier conduisait «à maintenir en place les ingénieurs et les opérateurs expérimentés dont la société aura besoin au moment où il faudra commencer les opérations de solidification des déchets radioactifs».

Enfin du point de vue uniquement social, le Conseil d'Administration «a dû tenir compte des réactions du personnel,...qui travaillait dans la perspective d'un programme quinquennal et d'une sécurité de l'emploi pendant cette période».

Un protocole d'accord sur les conditions de licenciement avait en effet été négocié avec le Comité du personnel[48] et signé le 30 décembre 1971. Il prévoyait la révocation de 64 agents à compter du 1er février, fixait la durée et les conditions du préavis[49] tant pour les employés congédiés en 1972 que pour les autres salariés. Pour éviter les démissions avant licenciement et maintenir le personnel en place une prime calculée sur le salaire

[47] NE/EUR(72)1 p. 10.

[48] CA(72)3.

[49] Il combinait, classé par coefficient croissant l'ancienneté, l'âge et le salaire, et ouvrait une possibilité de préavis non travaillé moyennant réduction de moitié du montant de la prime.

de base était prévue pour les agents restants, progressive au fur et à mesure qu'on s'approcherait du terme[50]. Le coût total du licenciement était estimé à 2,960 millions UC/AME 1972.

La gestion des déchets radioactifs [51]

Le second volet du programme révisé concernait le conditionnement et le stockage des déchets radioactifs. Le Conseil d'administration ne proposait pas un projet d'ensemble mais les premières mesures susceptibles de déboucher sur l'achèvement du conditionnement à la fin des années soixante-dix.

Le Conseil d'administration adoptait le principe de l'enrobage dans le bitume des effluents de moyenne activité et lançait un programme d'études sur le conditionnement des déchets de haute activité, portant sur l'exploration de quatre possibilités, en liaison avec trois centres de recherches: le bitumage pour une concentration supérieure à 1 Ci/l avec Karlsruhe, la vitrification, domaine dans lequel était proposée une double coopération, avec le centre de Marcoule (procédé PIVER) et avec celui de Karlsruhe (VERA), la calcination par lit fluidisé, expérimentée à Idaho; la dernière possibilité était un «procédé-maison» de solidification à basse température, LOTES, dont l'intérêt industriel devait être démontré avant la fin de l'année.

En ce qui concernait le stockage des déchets de haute activité, il était proposé qu'Eurochemic soit conçue comme une expérience internationale, éventuellement élargie au delà de ses actionnaires primitifs[52]. En effet, «il s'agit de la première opération de grande envergure pour l'évacuation définitive de déchets hautement radioactifs d'une usine de retraitement»[53].

Cette proposition manifestait l'espoir que la coopération internationale sur le site se poursuivrait avec un nouvel objet, celui des déchets radioactifs. Cette proposition, reprise par l'AEN et qui se traduisit notamment par la tenue d'un symposium à Paris du 27 novembre au 1er décembre 1972 «sur la gestion des déchets radioactifs résultant du traitement du combustible irradié», devait cependant rester sans suite[54].

Le coût du programme révisé

Le programme révisé comportait également des estimations financières pour les années 1973 et 1974. Elles s'élevaient à 11,8 M, contre 10 prévus dans le programme quinquennal.

Elles étaient réparties suivant différents postes: 2,5 M pour le conditionnement des déchets, 2 M pour le licenciement du personnel, 0,950 M pour le programme de recherche et de développement (contre 2,4 M dans le programme quinquennal pour la même période). S'y ajoutaient 2,6 M de majoration pour corriger les effets de l'inflation depuis 1969.

En ce qui concernait les recettes de retraitement, elles baissaient de 2,8 M. Il fallait donc accroître les contributions gouvernementales de 5,6 à 10,2 M. S'ajoutaient à cette somme 1,536 M destinés à apurer les comptes déficitaires de 1969 à1971.

Quant aux investissements, un crédit de 0,17 M était maintenu pour l'achèvement des unités de purification finale du plutonium et de récupération du neptunium[55]. Le paradoxe qui consistait à fabriquer des équipements destinés à n'être utilisés que pendant un temps très court alors que la fermeture de l'usine était programmée s'expliquait par des raisons de sécurité, permettait l'exécution du programme de livraisons contractuelles et l'acquisition d'une expérience pratique nouvelle[56].

La crise qui avait conduit à la décision de mettre fin au retraitement international et qui s'était étendue sur près de deux années suscita entre les pays membres de profonds clivages. Ceux-ci pesèrent sur le destin de l'entreprise. Certes la coopération s'est maintenue, mais plutôt sous la pression de la nécessité d'assurer collectivement la responsabilité de la décontamination et du traitement des déchets que grâce à la volonté positive de coopérer. C'est en quelque sorte enchaînés par leur passé que la plupart des membres envisagèrent la poursuite de leur coopération.

---

50 15% du salaire de base jusqu'en juin 1972, puis 20% et enfin 25% du 1er juillet 1973 au 30 juin 1974.

51 La 4e Part. chap. 2 comporte une étude détaillée de la gestion des déchets radioactifs depuis le début des années soixante-dix. Le thème n'est donc qu'esquissé ici.

52 En avril 1972 l'AEEN se transformait en AEN à la suite de l'adhésion du Japon.

53 NE/EUR(72)1 p. 14

54 AEN/OCDE-AIEA (1973). Le compte-rendu de ce symposium, publié en un volume de 1266 pages, fait bien le point sur l'état mondial de la question au début des années soixante-dix.

55 Cette dernière unité, qui utilisait certains éléments de la chaîne du plutonium, avait été financée au départ par certains clients, hors budget Eurochemic.

56 NE/EUR(72)1, Addendum p.30 donne des détails sur les problèmes concrets d'exploitation de ce maillon faible de l'usine.

Ces clivages ne peuvent se comprendre sans une analyse fine de la position des différents pays dans la prise de décision.

***Les fractures dans la coopération – Une analyse des positions nationales, internationales et internes à l'entreprise face à la décision de fermeture de l'usine***

*Les clivages nationaux*

Si la décision de fermeture fut prise à la majorité des voix, elle ne traduisait pas un consensus des pays membres. Elle était en fait la seule issue aux oppositions qui s'étaient fait jour entre eux. Si UNIREP cristallise les critiques de beaucoup de petits pays, la situation durablement déficitaire de l'entreprise a aussi joué. Seule la Belgique, il est vrai mollement appuyée par les partisans d'un retraitement industriel européen un peu désappointés par les difficultés techniques rencontrées, s'était déclarée totalement hostile au principe de fermeture.

Pour préciser les positions des différents pays ont été utilisés ici les deux documents les plus explicites : le procès-verbal de la réunion du Conseil d'administration du 19 novembre 1971 [57], au cours de laquelle fut décidé le principe d'une fermeture rapide, et celui de la réunion du Groupe spécial du 8 novembre 1972 [58], où furent approuvées les propositions du Conseil d'administration sur le programme révisé et où fut adoptée la recommandation au Conseil de l'OCDE relative au financement.

Ces deux réunions furent aussi l'occasion saisie par les représentants des pays membres pour exprimer sans ambages leur point de vue sur les circonstances qui avaient mené à cette décision et à préciser leur position pour l'avenir. Il est à noter que la réunion du Conseil d'administration suit de très près l'annonce d'UNIREP et que le point de vue extrême de la Suisse par exemple évolue en une année. La Belgique compte bien d'ailleurs exploiter en 1972 le fait que «les esprits ont mûri»[59] pour faire revenir certain pays sur leur décision d'abandon du retraitement et pour leur proposer de nouvelles formes de coopération. L'analyse des positions permet en effet de regrouper les pays autour de cinq attitudes «psychologiques» différentes face à la décision d'arrêt.

Un premier ensemble de pays rappelle que leur volonté était qu'Eurochemic assure elle-même ou soit une étape vers le retraitement industriel international. Parmi eux néanmoins, des nuances sont à faire. Certains pays se résignent à ce que l'alliance franco-allemande scellée dans UNIREP rende impossible la continuation de l'activité. C'est le cas notamment des pays scandinaves et des Pays-Bas.

D'autres se considèrent comme trahis et en conséquence veulent en finir le plus tôt possible avec la coopération dans laquelle ils estiment avoir été abusés. Les manifestations les plus explicites proviennent de l'Espagne et de la Suisse en 1971 [60].

La Belgique, elle, est prête à tout faire pour maintenir une activité de retraitement à Mol.

Enfin il y a la France et un peu en retrait l'Allemagne, qui assure alors la présidence du Conseil d'administration.

L'Italie réserve sa position, parce que le CNEN est alors en pleine réorganisation et parce que sa contribution aux dépenses reste fondée sur le volontariat. La Turquie n'est pas directement représentée dans les instances de décision dans la mesure où le poste d'administrateur qu'elle partage avec le Portugal est alors occupé par ce dernier.

Le tableau 54 tente une synthèse des attitudes. Les termes employés ne sont pas des citations, car le style des déclarations est plus diplomatique.

Ils évoquent cependant l'état d'esprit général tel qu'il ressort de la lecture des documents. Les analyses qui suivent détaillent trois attitudes très tranchées, les positions 1, 3 et 4, qui firent l'objet d'exposés argumentés et parfois détaillés dans les annexes des procès-verbaux par la bouche des représentants français, espagnol, suisse et belge.

Le couple franco-allemand d'Eurochemic à UNIREP

L'Allemagne resta assez en retrait, répétant au Conseil d'administration[61] ce qui avait déjà été écrit lors de la consultation de mai sur UNIREP :

---

[57] CA/M(71)3.

[58] NE/EUR/M(72)1.

[59] Préambule de sa déclaration au Groupe spécial.

[60] La position de la Suisse se fit toutefois plus modérée en 1972.

[61] CA/M(71)3 p.4.

Tableau 54. **Synthèse des attitudes des différents pays face à la décision d'arrêt du retraitement**

| Attitude | Pays |
|---|---|
| 1. Eurochemic a fait son temps. L'heure est au retraitement purement commercial dans de très grandes usines nationales, travaillant pour l'ensemble des pays européens. | France (argumentation analytique)<br>Allemagne (argumentation de principe) |
| 2. Déception et résignation. S'il n'avait tenu qu'à nous, Eurochemic aurait pu devenir le centre de la coopération internationale dans le retraitement. Pour des raisons qui nous sont extérieures, cette coopération est désormais impossible. Il faut donc fermer. | Danemark, Suède (et probablement Norvège, silencieuse), Pays-Bas (décideront de sortir) |
| 3. Irritation face à la trahison des Français et des Allemands. Inutile de prolonger une coopération assassinée par l'égoïsme de quelques pays. | Espagne, Suisse<br>(Autriche et Portugal ont une position intermédiaire entre 2 et 3) |
| 4. Eurochemic doit absolument poursuivre son activité de retraitement | Belgique |
| 5. Pas de position | Italie: en pleine réorganisation de ses structures nucléaires ; déjà largement désengagée.<br>Turquie: pas représentée (Portugal à sa place à l'époque). |

«Le Gouvernement de la RFA n'est pas disposé à apporter des subventions à ce secteur du cycle du combustible qui est maintenant entré dans une phase commerciale».

La position française en faveur de la fermeture de l'usine et les raisons de la participation française à UNIREP furent exposées de façon plus argumentée lors du Conseil d'administration du 19 novembre 1971 par Jacques Sornein[62], Directeur délégué à la Direction des Productions du CEA et détenteur du second siège de la France au Conseil d'administration à la suite du décès de Jacques Mabile en janvier 1971.

La France, rappelait Jacques Sornein, avait, «alors que les Anglais se récusaient, «apporté d'emblée à cette entreprise [i.e. Eurochemic] toute l'expérience de leur know-how acquis par la réalisation de l'usine de Marcoule». Elle avait ainsi transmis à ses partenaires l'expérience nécessaire à la construction d'usines plus grandes. Elle s'était demandée lorsque les Italiens décidèrent EUREX et les Allemands WAK «si Eurochemic n'avait pas rempli sa tâche et si l'on ne devait pas envisager la cessation de ses activités». Elle «n'avait cependant pas voulu se retirer avant le terme convenu de 15 ans» et avait donc approuvé le programme quinquennal, en demandant toutefois un réexamen. Or depuis 1969 trois faits nouveaux étaient intervenus :

- la rentabilité commerciale d'Eurochemic avait été obérée par «la décision de certains exploitants appartenant à des pays membres de ne pas faire retraiter leur combustible à Eurochemic». Etaient visés l'Italie et le Danemark qui avaient signé des accords de retraitement avec la Grande-Bretagne. La France signifiait ainsi qu'elle n'avait pas le monopole de l'absence de solidarité ;
- les progrès techniques et économiques en matière de retraitement augmentaient considérablement la taille optimale d'une usine de retraitement, qui représente désormais dix fois la capacité d'Eurochemic. «Or les pays membres de l'OCDE n'ont pas annoncé leur intention d'envoyer pour traitement, dans une installation commune, des quantités qui justifieraient la construction d'une usine de grande capacité» ;
- enfin le changement de filière en France entraînait l'adaptation d'UP2 au retraitement des combustibles oxydes. «On conçoit qu'il ne pouvait être question de renoncer à cette adaptation en vue de prendre une participation à la réalisation communautaire éventuelle d'une usine de grande capacité d'un coût dix fois plus élevé».

Comme le maintien en service de l'usine de Mol «ne serait possible au delà de 1974 qu'au prix d'une subvention à fonds perdus d'au moins deux millions de dollars par an», «la satisfaction des besoins en retraitement des utilisateurs de la Communauté, à des conditions économiques, ne pouvait donc plus être obtenue, à notre avis, que par l'utilisation prioritaire des usines de grande capacité existantes, et l'adoption d'une politique de développement concertée entre les principaux groupes industriels ayant d'ores et déjà décidé d'aborder avec de puissants moyens techniques et financiers ce domaine d'activité».

Ces raisons étaient plus éclairantes que celles invoquées par la France en réponse à la déclaration belge sur le programme révisé, qui ouvrit la séance au Groupe spécial. Selon Bertrand Goldschmidt, en effet, la situation structurellement déficitaire d'Eurochemic ne semblait pas permettre la continuation des activités de l'usine. Bertrand Goldschmidt attribuait même, dans le feu de la discussion, à cette situation «la raison pour laquelle

[62] Le texte de sa déclaration est annexé à CA/M(71)3, p. 14-16.

certains actionnaires ont été amenés à entreprendre eux-mêmes le retraitement des combustibles irradiés sur une base commerciale»[63].

Il estimait donc qu'il fallait au plus vite évaluer les coûts de fermeture et disposer ainsi d'un cahier des charges techniques de la liquidation. Il proposait que celui-ci serve de base à un appel d'offres international et que ce soit une entreprise extérieure qui exécute les travaux sous la supervision de l'AEN, ce qui permettrait aux actionnaires de bénéficier de l'expérience technique et économique qui serait acquise[64].

A propos du financement la France, qui approuvait le programme, précisait encore sa position de manière très ferme après l'expression du refus de l'Espagne.

Eurochemic a fait son temps et rempli son office- restreint au passage à sa vocation de R&D – la solidarité européenne doit maintenant s'exprimer dans le financement en commun de l'arrêt[65]. «Eurochemic a rempli son rôle dans une large mesure en améliorant considérablement la connaissance des techniques de retraitement en Europe». La poursuite de l'activité sur une base industrielle supposerait des investissements considérables, qui «auraient été à la charge des contribuables des pays participants, au profit des producteurs d'électricité». Il incombe donc à présent de faire face ensemble, dans un esprit de coopération internationale, «aux obligations financières qui sont entraînées par la cessation des activités et la fermeture de l'usine».

Si cette solidarité ne devait pas s'exprimer «à la suite de la défection de certains pays», «la contribution de la France serait limitée aux opérations les plus urgentes, c'est-à-dire à l'exécution des services de retraitement correspondant à des engagements souscrits par la Société. Par contre les dépenses d'investissement et de fonctionnement relatives au traitement des déchets radioactifs devraient être reportées jusqu'à ce qu'un accord définitif sur le financement de ces dépenses soit trouvé dans le cadre de l'OCDE».

Cette menace pesant sur le financement par l'un des deux principaux actionnaires et bailleurs de fonds de l'entreprise provoqua les interventions successives du Président, du délégué belge et du Directeur général de l'AEN.

Des réactions violentes de la Suisse et de l'Espagne

La position suisse avait été précisée dans une lettre du 3 décembre 1971 adressée par le représentant de la délégation de la Confédération auprès de l'OCDE au Directeur général adjoint de l'AEEN, expliquant les raisons pour lesquelles l'administrateur helvétique ne pouvait accepter d'assurer la présidence du Conseil d'administration, comme cela avait été proposé à l'issue de la réunion de celui-ci le 19 novembre 1971 :

«Le gouvernement suisse a fait tous ses efforts pour soutenir le développement d'Eurochemic en lui apportant, entre autres, un appui financier supérieur à celui qui correspondait à ses intérêts réels en tant que pays n'envisageant pas la construction d'une usine de retraitement sur son territoire.

L'orientation prise par les activités d'Eurochemic dès le mois de mars 1970 s'est écartée toujours plus des objectifs tendant à faire de l'usine une installation aussi rentable que possible. Il devint notamment évident qu'*Eurochemic ne pourrait obtenir la place équitable qui aurait dû normalement lui être réservée sur le marché européen du retraitement*. Ces circonstances sont assez éloignées de l'esprit de solidarité qui caractérise d'autres entreprises internationales dans le domaine de la recherche et du développement.

Le gouvernement suisse, qui ne se sent aucunement responsable de cet état de choses, estime donc devoir adopter un point de vue strictement commercial... C'est la raison pour laquelle il saisit la présente occasion pour annoncer son désir de se retirer de la société dans les meilleurs délais possibles».

L'annonce du désir de la Suisse de se retirer ne fut pas concrétisée mais traduit bien l'état d'esprit des partisans du retraitement international devant ce qu'ils considèrent comme une trahison, même si les termes diplomatiques en atténuent la violence.

L'Espagne quant à elle s'exprima sans circonlocutions pour expliquer son double refus, à la fois du programme et du financement. Devant le Groupe spécial elle «estime que la coopération entreprise dans le cadre d'Eurochemic a échoué parce que certains intérêts particuliers ont dominé l'intérêt commun»[66]. A la réunion du Conseil d'administration du 19 novembre 1971 elle avait été plus explicite encore[67] : «Eurochemic a permis d'obtenir les informations recherchées sur de nombreux aspects du retraitement et d'assurer la formation de personnel spécialisé, conformément aux objectifs pour lesquels elle a été créée.

---

63 Ibidem p.5. Faire de la situation déficitaire d'Eurochemic la cause principale de la signature d'UNIREP est pour le moins exagéré.

64 Et qui sinon les Français ou les Britanniques aurait pu réunir alors les capacités techniques nécessaires?

65 CA/M(71)3 p.7.

66 Ibidem p.6

67 CA/M(71)3 Annexe I p.12.

Le récent accord conclu entre l'Allemagne, la France et le Royaume-Uni sur le retraitement commercial supprime pratiquement à Eurochemic toute possibilité d'être le pivot d'un système européen de coopération scientifique et technique dans ce domaine, et lui retire toute raison d'être sur le plan industriel et commercial. [...] En conséquence il semble opportun, au cas où le programme proposé serait approuvé, d'adopter une position appropriée face aux obligations futures qui en résulteraient. Cette position doit prendre en considération les efforts déployés pour construire les installations d'Eurochemic et pour couvrir le déficit des années antérieures, ainsi que l'interruption du système de coopération internationale, à partir du moment où les services de retraitement entrent dans une phase commerciale».

Au Groupe spécial de 1972 le délégué de l'Espagne en concluait que «dans ces conditions, il avait demandé que les activités de la Société se terminent aussitôt que possible et qu'aucune obligation nouvelle ne soit contractée. En outre le programme de R&D ne présente selon lui aucun intérêt puisqu'il a été décidé de terminer la coopération dans le domaine du retraitement».

La Belgique, défenseur de la poursuite du retraitement sur son territoire

Dans une déclaration annexée au procès-verbal du Groupe spécial la Belgique rappelait l'opposition à la fermeture qu'elle avait exprimée dès la réunion du Conseil d'administration du 19 novembre 1971 [68]. Elle considérait que la décision avait été prise parce que plusieurs des actionnaires «ont en effet laissé entendre qu'ils ne sont pas intéressés à une coopération qui profite essentiellement aux deux grands actionnaires et à leur nouveau partenaire, depuis que ces derniers affirment leur volonté d'organiser le marché et de coordonner à la fois leur politique commerciale et leurs projets»[69].

Elle rappelait qu'elle n'était pas persuadée «que la solution adoptée [...] soit la bonne, d'autant plus que les installations traitant effectivement des combustibles à oxyde ne sont pas tellement nombreuses en Europe ni même dans le monde occidental». Elle recommandait donc de mettre à profit la période allant jusqu'à la fermeture programmée pour «chercher une solution plus constructive»[70]. Elle précisait qu'à ses yeux la totalité des frais de fermeture seraient à la charge de la Société et doutait que cette dernière disposât des réserves nécessaires.

Elle envisageait que l'on établît les coûts exacts entraînés par la décision de fermeture et souhaitait «évaluer les frais de liquidation dans la perspective d'une poursuite de l'activité sur de nouvelles bases». Elle se proposait de mener une «mission de large information [...] visant à la définition d'un programme possible et à la recherche de nouvelles collaborations pour l'exécution de celui-ci», passant éventuellement par la création d'une nouvelle société repreneuse.

Elle définissait ainsi les grands principes de sa position dans les négociations qui, en cas de liquidation de la Société, seraient à mener avec elle en tant qu'Etat du siège, en vertu de l'article 32 des Statuts. Elle examinerait «toute proposition qui conduirait à la poursuite ou à l'extension de l'activité des installations». S'il apparaissait impossible de continuer l'exploitation, «les Autorités belges supporteraient leur part de responsabilités en qualité d'actionnaire et étudieraient les propositions qui seraient faites en vue d'assurer l'élimination des résidus et le démantèlement des installations principales. [Elles] examineraient la possibilité de reprise de certaines installations annexes».

Enfin la Belgique signalait que la cession des actions pour les membres ne désirant pas rester dans la Société après le 27 juillet 1975 devait se traduire pour eux, dans la mesure où «la valeur de ces dernières (i.e. actions) est négative dans l'état actuel des choses», par le débours d'un «ticket de sortie» plutôt que par «l'encaissement d'une contre-valeur de ses actions»[71].

Les positions de la Belgique exposées à cette date évoluèrent cependant dans une très large mesure jusqu'à la signature de l'Accord de 1978, dont les premières négociations s'engagèrent cependant le même mois[72].

La perspective de fermeture se traduisait pour la Belgique par la perte d'une usine de retraitement sur son territoire. Elle privait aussi d'usine le Danemark, l'Espagne, l'Italie, le Portugal, la Norvège, les Pays-Bas, la Suède et la Suisse qui, en novembre 1972, «marquent leur intérêt pour l'étude proposée par la Belgique[73], en vue de la continuation des activités de retraitement, tout en exprimant quelques doutes sur l'existence

[68] CA/M(71)3, p.7.

[69] NE/EUR/M(72)1, p.9.

[70] Ibidem.

[71] Ibidem p. 11.

[72] Le facteur principal expliquant l'évolution est la volonté fermement maintenue contre vents et marées de recommencer à retraiter en Belgique. Les concessions faites par la Belgique pour cela furent importantes.

[73] Sur l'étude du groupe ERSA, chapeautée par Péchiney, cf. 4[e] Partie, chap. premier.

d'éléments nouveaux susceptibles de modifier la situation». Le Portugal rappela «que son pays a poursuivi sa coopération à Eurochemic dans la perspective d'aborder le retraitement industriel des combustibles irradiés dans un cadre européen»[74]. Cette coopération cessant, il décida de réduire sa contribution pour 1973 et 1974 à une somme forfaitaire de 10 000 UC AME. L'Allemagne et les Pays-Bas estimaient «qu'en tout état de cause la continuation de ces activités devrait se faire dans un cadre juridique nouveau». Le Danemark, la Suède et la Suisse rappelaient leur attachement à la poursuite de la coopération internationale jusqu'à la phase industrielle, mais «compte tenu de la situation actuelle, ils sont prêts à se rallier aux propositions...concernant l'arrêt de l'exploitation de l'usine»[75].

*L'embarras de l'AEN et les fractures au sein de l'entreprise* [76]

L'AEN

Du fait des divergences entre ses pays membres, l'AEN joua un rôle très effacé dans la crise qui amena Eurochemic à sa première mort.

A l'Agence n'existait pas de front de soutien à la poursuite par l'entreprise de ses activités de retraitement. Ni Einar Saeland, le Norvégien qui avait succédé à Pierre Huet comme Directeur général, ni Ian Williams le Britannique qui était alors son adjoint n'y étaient favorables. Le premier trouvait logique que l'on ferme, le second était quant à lui franchement hostile à l'entreprise[77].

Pierre Strohl obtint cependant carte blanche pour tenter d'ultimes démarches avec Pierre Huet, notamment en direction de l'UKAEA. Elles furent vaines.

Les dissensions internes à l'entreprise

La menace de fermeture qui planait depuis 1970 entraîna des initiatives personnelles du Directeur général pour sauver son entreprise, au besoin contre les intérêts des principaux actionnaires représentés au Conseil d'administration.

Yves Leclerq-Aubreton[78] partait du fait qu'Eurochemic était alors la seule usine européenne capable de retraiter des combustibles oxydes[79]. Il considérait que cette avance technologique permettrait à la Société de prendre de vitesse ses concurrents et voulait jouer à fond la carte de la coopération internationale. Sa stratégie se déployait à la fin de 1970 en trois volets.

Il s'agissait tout d'abord de poursuivre la conclusion de contrats à long terme, passés dès la construction des réacteurs et qui devaient assurer à l'entreprise, longtemps à l'avance, des marchés abondants[80]. Le contrat Mühleberg en était l'archétype et Yves Leclerq-Aubreton prit des contacts avec d'autres entreprises dans ce sens.

Il convenait ensuite d'internationaliser l'usine de La Hague[81] qui, dans son esprit, aurait pu devenir à terme Eurochemic 2. Une première étape aurait consisté à mettre à la disposition de La Hague, pour retraitement, des combustibles ayant fait l'objet de contrats signés par Eurochemic pour des tonnages importants que l'usine de Mol n'était pas en mesure de traiter. Eurochemic aurait été en quelque sorte un prestataire de services pour La Hague. Il prit à cet effet des contacts avec le Directeur des Productions du CEA, Jacques Mabile, qui était alors vice-président du Conseil d'Administration. D'après Yves Leclerq-Aubreton l'idée d'une internationalisation

---

74 NE/EUR/M(72)1, p.6.

75 Ibidem p.5.

76 Témoignages de Pierre Strohl et Pierre Huet.

77 L'hostilité était ancienne. Rudolf Rometsch avait eu des passes d'armes à propos des prix du retraitement. Ce sentiment s'était, d'après lui, renforcé à la suite de la publication d'un article dans *Atomwirtschaft* dans lequel, répondant au reproche de subvention des prix à Eurochemic, Rudolf Rometsch affirmait que BNFL était autant si ce n'est plus subventionnée, mais d'une autre manière, à savoir par des contrats à long terme avec les militaires.

78 Entretien du 3 juin 1994.

79 Une visite à Windscale le 15 octobre 1970 l'avait convaincu que les Britanniques ne seraient pas immédiatement capables de retraiter des combustibles oxydes, malgré l'annonce faite en 1969 de la mise en service de leur tête oxyde. De fait jusqu'à l'accident du 26 septembre 1973 qui devait mettre la tête oxyde de l'usine hors service pour cinq ans, avant qu'un incendie n'entraînât la fermeture définitive du bâtiment, l'usine de Windscale ne retraita que 130 t de combustible oxyde alors qu'elle avait annoncé une capacité de 400 t/an. Aux Etats-Unis l'usine de West Valley était elle aussi capable de retraiter des combustibles oxydes, mais dans des conditions fort périlleuses pour la sécurité de son personnel, puisque les doses moyennes dépassaient la limite légale de 50 mSv/an depuis 1970.

80 Cf. 3e Partie, chap. 2.

81 Les responsables d'UP2, qui connut des problèmes d'exploitation dans ses premières années du fait de l'augmentation rapide des taux de combustion des combustibles qu'elle devait retraiter, suivaient avec intérêt, à la différence de leurs collègues de Marcoule, les expériences menées à Eurochemic. Il régnait entre UP2 et Eurochemic une bonne entente.

ultérieure d'UP2 n'était pas jugée par lui absurde. Jacques Mabile devait cependant être victime d'un accident d'avion en janvier 1971, et cette éventualité ne fut jamais explorée plus avant.

Enfin il fallait s'entendre avec les Britanniques. Yves Leclerq-Aubreton signa le 15 octobre 1970 avec le Directeur de l'UKAEA un "Memorandum of understanding" prévoyant le partage du marché européen des combustibles oxydes n'ayant pas encore fait l'objet de contrats de retraitement, couvrant les années 1971-1974. Le texte assurait un tonnage de 124 t sur quatre années à Eurochemic contre 126 t sur trois ans, à partir de 1972, pour l'UKAEA. Il était d'autre part prévu qu'au cas où se formerait l'association alors en cours de négociation entre les Français, les Allemands et les Britanniques, «un arrangement plus formel prendrait le relais.»[82] Ce document semblait donner l'assurance que les Britanniques ne s'opposeraient pas à la survie d'Eurochemic au cas où l'accord UNIREP aboutirait.

Mais cette stratégie du Directeur général surestimait sa marge de manœuvre par rapport aux actionnaires dominants de son entreprise. Elle court-circuitait en effet les projets nationaux menés depuis de nombreuses années par les Italiens et surtout par les Allemands[83]. Elle devenait gênante dès lors qu'il fut établi que les marchés européens seraient répartis dans un proche avenir entre les usines existantes, françaises et britanniques, et qu'elle risquait de retarder le moment où il faudrait décider la création d'une usine allemande. Les représentants allemands considérèrent les agissements du Directeur général comme une menace pour la réalisation de la grande usine nationale qu'ils appelaient de leur vœux. L'aversion croissante nourrie par le Président du Conseil d'Administration à l'endroit du Directeur général était alors connue de tous[84]. Les Français avaient en fait eux aussi choisi de poursuivre le retraitement dans le cadre national[85] et dans celui d'une entente trilatérale avec le Royaume-Uni et l'Allemagne.

La réorganisation de l'entreprise consécutive à la décision d'arrêt supprima donc le poste de Directeur général de l'entreprise[86].

En définitive la décision de fermeture fut surtout liée à prédominance des ambitions industrielles nationales qui conduisaient à projeter et, en fait largement à imaginer, une surcapacité de retraitement en cas de réalisation dans les temps des projets français, italiens, allemands, et anglais. Le maintien du retraitement à Eurochemic ne pouvait dans cette perspective que retarder le moment où cette surcapacité pourrait disparaître et en attendant ce moment les trois principales puissances européennes se mirent d'accord pour se répartir les marchés.

Eurochemic aurait peut-être pu tirer son épingle du jeu en adoptant un profil bas, du genre de celui qu'envisageaient certains membres du Conseil d'administration et du Comité technique. L'entreprise aurait pu dans cette perspective obtenir des soutiens auprès d'Euratom[87] comme à l'AIEA[88]. Mais la stratégie offensive du Directeur général d'Eurochemic rendit impossible la poursuite de cette voie modérée, dont on peut d'ailleurs douter qu'elle eût constitué une solution financièrement viable.

Le résultat paradoxal de l'arrêt programmé du retraitement international, combiné avec l'accident du 26 septembre 1973, qui mit durablement hors-service la tête oxyde de Windscale installée en 1970, avec l'entrée en service tardive et lente de la tête oxyde greffée sur UP2 à partir de 1976[89] et avec le lent démarrage des usines pilotes italiennes et allemandes[90], fut de créer dans les années soixante-dix[91] une sous-capacité réelle de retraitement, c'est-à-dire une situation diamétralement opposée aux craintes exprimées par le rapport Foratom, craintes qui conduisirent à la formation d'UNIREP.

---

[82] MEMORANDUM OF UNDERSTANDING (1970), p. 1, §3: "this understanding may be overtaken by a more formal arrangement if and when a European Reprocessing Organisation of the type presently under discussion between the CEA, the German Ministry of Science and the UKAEA is formed".

[83] L'usine-pilote de WAK est mise en service le 7 septembre 1971.

[84] Les sources écrites sont bien entendu totalement muettes sur ce point, mais les témoignages oraux sont nombreux et concordants.

[85] Très révélatrice, bien que postérieure, est l'analyse faite par Jacques Couture sur la «crise du retraitement», dont Eurochemic est rendu co-responsable avec les Britanniques. La déflation des prix par rapport au prix de revient réel estimé par lui à 90$/Kg, est due à «la concurrence acharnée entre Windscale et Eurochemic», COUTURE J. (1975), p.32, ainsi qu'à «la ruineuse compétition des installations pilotes», ibid. p. 34.

[86] Cf. infra.

[87] Témoignage de Jules Horowitz.

[88] Et Eurochemic disposait avec Rudolf Rometsch d'un ardent défenseur à l'Agence de Vienne.

[89] Elle ne monta que lentement en capacité réelle.

[90] EUREX est mise en service en janvier 1971 et WAK en septembre.

[91] Les quantités retraitées alors dans WAK et EUREX sont faibles.

En tout état de cause la décision du Conseil d'administration de novembre 1971 qui déboucha sur le calendrier de fermeture de mars 1972, lui même entériné par le Groupe spécial en novembre, entraîna des modifications importantes dans l'entreprise, en termes de structures, de politique commerciale, et de R&D. Elle accéléra d'autre part l'exécution des contrats qui restaient en cours.

## Les conséquences de la décision d'arrêt sur l'entreprise (1971-1974)

### *La programmation de l'arrêt du retraitement*

*Les réformes de structure* (Figure 102)

Le Conseil d'administration du 16 mars 1972 décidait le principe d'une réorganisation profonde de l'organisation de la Société, dans la mesure où «l'abandon progressif des activités commerciales ne justifiait plus le maintien d'une structure comprenant un Directeur général, un Directeur technique et un Directeur de l'exploitation».

Une tutelle plus étroite était en fait organisée. Le poste de Directeur général était supprimé au 31 décembre 1972. Yves Leclerq-Aubreton, licencié avec indemnités, quittait donc l'entreprise[92]. La démission du Directeur de l'exploitation Wilhelm Heinz était acceptée[93]. Emile Detilleux devenait Directeur de la Société et André Redon revenait de Marcoule pour être son adjoint, aider à la mise en œuvre du programme de retraitement restant et procéder à l'exécution du programme social[94]. Le Groupe restreint était maintenu et nommait un représentant permanent auprès de la Direction, P. Dejonghe[95]. Le Comité technique «où tous les pays étaient représentés» voyait ses pouvoirs renforcés.

Une première vague de licenciements concernant 67 personnes, soit un peu plus du cinquième de l'effectif, eut lieu pendant l'année 1972.

C'est un organigramme très simplifié et adapté aux nouveaux effectifs de l'entreprise qui fut mis en place le 1er janvier 1973 pour durer jusqu'au 1er juillet 1974.

Les effectifs se maintinrent pendant l'année 1973 et la seconde vague prévue de licenciements eut lieu en 1974, ramenant l'effectif de la société à moins de la moitié de ce qu'il était au début du retraitement.

En juillet 1974 l'entreprise était réduite du quart, et employait donc 170 personnes, alors que les activités de retraitement se poursuivaient encore, ce qui posa quelques problèmes d'organisation.

L'organigramme de Figure 102 se resserrait autour des cinq fonctions fondamentales présentées dans la 3e Partie, chapitre 2, et reprises dans les tableaux ci-aprés. S'ajoutait une équipe restreinte qui suivait les contrats.

Tableau 55. **Effectifs d'Eurochemic de 1972 à 1975**

| Année | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 |
|---|---|---|---|---|
| Effectifs | 234 | 234 | 170 | 170 |
| Variation | -67 | 0 | -64 | 0 |
| Pourcentage de variation par rapport à l'effectif de l'année précédente | -22,2 | 0 | -27,3 | 0 |

---

[92] Il quittait aussi les activités nucléaires.

[93] Il rejoignait alors WAK.

[94] Après son premier départ d'Eurochemic André Redon participa à l'extraction du tritium produit par le réacteur Célestin et au projet d'atelier tritium de Marcoule, dont il devint le responsable dans le cadre du programme de production de la bombe thermonucléaire française. L'extraction du tritium est techniquement très différente de celle du plutonium ou de l'uranium puisqu'elle se fait à partir de gaz et non de liquides, mais André Redon considère que les grands principes, et notamment les réflexes acquis par sa longue expérience du retraitement PUREX en matière de sécurité et de décontamination, restaient valables et lui furent utiles.

Il eut l'occasion de réutiliser l'expérience acquise dans le domaine social à Eurochemic lors de son second séjour lorsqu'il fut appelé à UP2 «comme pompier» pour aider à surmonter la grave crise sociale qui secoua La Hague à la suite du passage de l'établissement sous la gestion de la COGEMA en 1976, passage qui cristallisa les mécontentements liés à la dégradation des conditions de fonctionnement de l'usine depuis le début des années soixante-dix.

[95] C'était alors le Directeur général adjoint du CEN, qui était aussi le suppléant et le conseiller technique du représentant du Gouvernement belge au Conseil d'Administration et au Groupe Spécial.

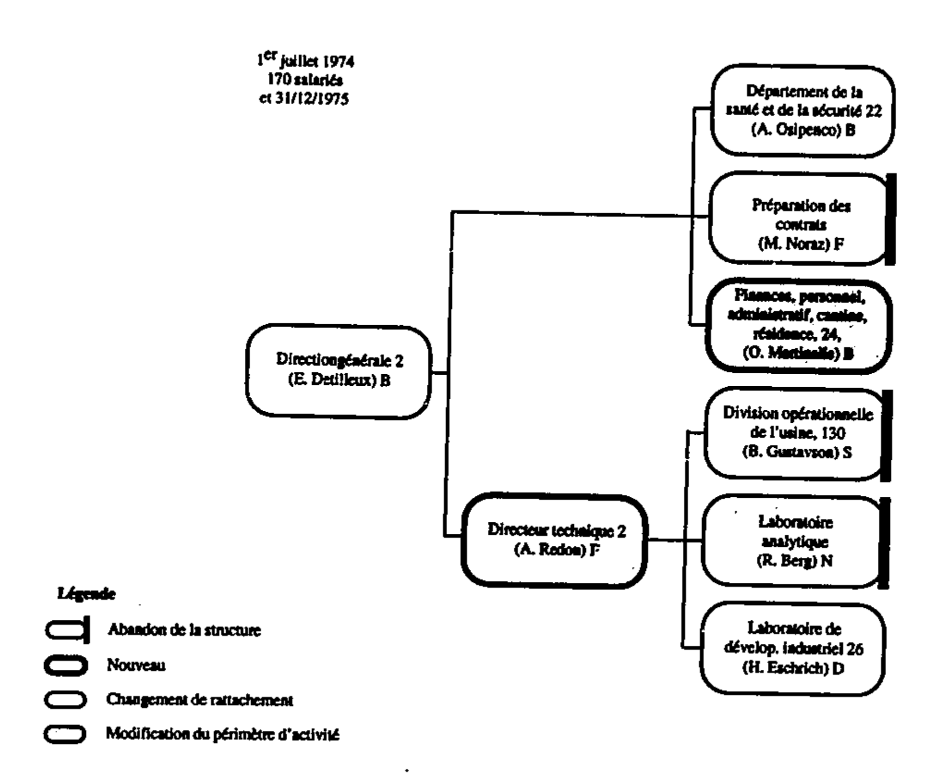



**Figure 102.** Organigramme de la Société du début de 1973 à la fin du mois de juin 1974. (Source : RAE 1973 et 1974.)

L'analyse de l'évolution par fonction montre un renforcement de la part relative de la Direction de la santé et de la sécurité (HSD) ainsi que de la Direction de l'exploitation (POD), un effritement des laboratoires (ALD,IDL), une réduction de l'administration, et surtout la disparition brutale en 1972 des structures parallèles qui s'étaient multipliées et qui concernèrent 30 des 67 départs. (Tableau 56)

Un des principaux problèmes rencontrés alors par la Direction générale fut de garder dans l'entreprise des personnels compétents. Malgré le système de primes croissantes à mesure que l'on s'approchait du terme mis au retraitement, les salariés ne manquaient pas de chercher un emploi ailleurs. L'exemple de l'ALD permet de mieux comprendre les difficultés qu'il y avait à faire fonctionner un service lorsqu'il est destiné à disparaître.

Un ordinateur PDP-8 avait été utilisé par l'ALD à partir de 1970. L'automatisation des analyses et des contrôles devint un souci important avec la réduction des effectifs. Mais la substitution de machines aux hommes n'était pas une panacée. Ainsi en 1973 il fut impossible de remplacer le responsable, expérimenté, de la spectrométrie de masse.

Avec la perspective de la fin du retraitement, l'ALD fut souvent chargée d'aider l'IDL dans son travail.

L'ALD disparut avec la restructuration de juillet 1974, 12 personnes sur 26 quittèrent l'entreprise et ce qui restait du laboratoire de contrôle du procédé fut intégré au POD, les techniciens de la section des analyses spéciales étant intégrés à l'IDL, désormais exclusivement chargé de tâches en relation avec la gestion des déchets.

*La modification de la politique commerciale et le désengagement des contrats*

L'application du programme révisé supposait bien entendu l'arrêt de la négociation et de la signature de nouveaux contrats de même que l'ouverture de discussions en vue du désengagement de contrats déjà signés.

Ainsi le Conseil renonça-t-il à retraiter les combustibles du réacteur allemand Stade, un contrat signé en 1971, ne fit pas d'offres pour le réacteur d'Euratom ESSOR et suspendit les négociations engagées depuis 1971 avec BNFL pour le retraitement en sous-traitance de combustibles d'un réacteur d'essai japonais[96]. Seuls furent signés des avenants annuels pour le réacteur suédois R3 et le réacteur suisse SAPHIR, ainsi qu'un nouveau contrat en 1972 pour une charge du Otto Hahn.

[96] Il s'agissait de combustibles en provenance du JMTR d'Oarai, géré par JAERI.

Tableau 56. **Répartition du personnel par grands pôles fonctionnels de 1971 à 1974**

| 1. Chiffres bruts | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Année* | *1971* | *1972* | *1973* | *1974* |
| HSD | 30 | 22 | 22 | 21,5 |
| POD | 148 | 130 | 130 | 104 |
| ALD | 28 | 26 | 26 | 13 |
| IDL | 28 | 26 | 26 | 12,5 |
| Administration (sans personnel de Direction) | 35 | 24 | 24 | 13 |
| Autres | 32 | 6 | 6 | 6 |
| Total | 301 | 234 | 234 | 170 |
| **2. En pourcentage** | | | | |
| *Année* | *1971* | *1972* | *1973* | *1974* |
| HSD | 10,0 | 9,4 | 9,4 | 12,6 |
| POD | 49,2 | 55,6 | 55,6 | 61,2 |
| ALD | 9,3 | 11,1 | 11,1 | 7,6 |
| IDL | 9,3 | 11,1 | 11,1 | 7,3 |
| Administration (sans personnel de Direction) | 11,6 | 10,3 | 10,3 | 7,6 |
| Autres | 10,6 | 2,6 | 2,6 | 3,5 |

La Direction fut chargée de négocier les transferts de contrats. Cela se fit sans difficultés particulières pour la plupart de ceux qui étaient en cours. Mais le transfert du contrat de retraitement à long terme Mühleberg à une autre firme fut à l'origine d'un contentieux dont la solution fut trouvée après la fin du retraitement[97]. Certes UNIREP s'était montrée disposée à prendre en charge le retraitement, mais à des conditions financières bien plus onéreuses que celles figurant dans le contrat signé avec Eurochemic. Or une clause prévoyait qu'en cas de renonciation de sa part, Eurochemic assumerait la différence de coût.

L'arrêt programmé du retraitement fut à l'origine d'un autre contentieux: la SFU fut informée qu'Eurochemic, en raison des réductions d'effectifs, n'était plus en mesure d'exploiter l'atelier d'UF4 pour son compte.

Mais la double nature de l'entreprise commandait non seulement de mettre fin aux obligations contractuelles liées à ses activités commerciales, mais aussi d'organiser l'exécution et le financement des obligations légales résultant à la fois de son caractère international et nucléaire, notamment en ce qui concerne la mise en sûreté des installations une fois arrêtées.

*La détermination du cadre financier pour la cessation des activités*

Une première estimation du coût global de cessation des activités fut présentée au Groupe spécial par la note de couverture du 29 août 1972 [98]. Une fourchette allant de 27,5 à 33 M UC/AME de 1971 était avancée pour la période postérieure à 1973, dont 5 M pour 1973-1974, cette somme comprenant la solidification des déchets, le licenciement du personnel et le remboursement des emprunts. Cette évaluation devait se révéler par la suite très en dessous de la réalité.

*Les débuts de la réorientation de l'activité vers les déchets*

Démarrage du projet Eurobitum[99]

En application de la décision de 1971 fut mise en route le chantier d'une installation de bitumage des déchets de moyenne activité, la future EUROBITUM. Un contrat d'architecte industriel fut signé avec l'Association momentanée Belgonucléaire-Comprimo.

97 Par un contrat signé le 21 février 1975 avec UNIREP. Une Convention d'indemnisation portant sur 100 M FB fut finalement signée par Eurochemic avec Mühleberg le 26 mai 1975 et la seconde tranche, 75 M FB, fut réglée le 1er juillet 1976.

98 NE/EUR(72)1, p.20-21.

99 EUROBITUM fait l'objet d'une étude spécifique à la 4e Partie, chap. 2.

Recentrage de la politique de R&D sur les déchets

Le programme de recherche fut recentré, en liaison avec les opérations de fermeture, sur les déchets de moyenne et haute activité : dès 1972, l'IDL mena des études sur l'insolubilisation des produits de fission et sur les conditions d'exploitation de l'installation de bitumage. Mais la plus grande part de l'activité fut consacrée à l'exécution des contrats encore en cours, qu'il était impératif d'avoir tous honorés avant la fin de l'activité programmée pour le 1er juillet 1974.

***L'exécution des contrats restants – Eurochemic, usine de retraitement (février 1971-janvier 1975)***
(Figure 103)

Le 15 février 1971 l'usine avait été remise en marche après huit mois d'arrêt. La liquidation des contrats et l'amélioration de l'outil technique pendant l'arrêt de 1970-1971 entraînèrent alors l'adoption d'un rythme quasiment industriel. Le pilote était géré comme une usine.

*La campagne HEU 1971 – Le bénéfice de la pause et ses limites* (Figure 104)

Le redémarrage se fit avec une campagne HEU, qui dura jusqu'à la mi-juillet, pendant laquelle furent retraitées 12 tonnes d'un combustible qui n'avait refroidi que pendant 136 jours et qui contenait donc beaucoup de produits de fission. La campagne se déroula sans problème. La productivité fit un bond de 73% par rapport à la précédente campagne HEU. Pour la première fois furent utilisées comme 2e cycle HEU les installations du 2e cycle LEU. Mais une contamination alpha accidentelle nécessita cependant le recyclage de 30% du produit final. Il est vrai qu'avant les interventions il fallait en recycler 100%. Après la pause estivale on procéda à la préparation de la campagne LEU. Si le rinçage pour permettre l'utilisation du 2e cycle LEU dura une semaine, la décontamination du second cycle du plutonium prit beaucoup de temps et l'unité du plutonium ne fut pas utilisable pour les campagnes LEU avant le 30 octobre, les premiers essais ayant montré le mauvais fonctionnement de la voie sèche. Par la suite, sa faible productivité rallongea de 50 % les durées d'utilisation prévues. Le second dissolveur ne fut pas prêt à recevoir du combustible faiblement enrichi avant la campagne LEU-71-2.

*La campagne LEU 1971-1972 – Une pleine année de retraitement* (Figure 105)

Du 9 juillet 1971 au 12 juillet 1972 se déroula, interrompue seulement par les vacances d'été, de Noël et par les conséquences d'un incident dans l'unité de traitement du solvant, une longue campagne LEU. Elle comporta quatre sous-campagnes en 1971, pendant laquelle furent retraités des combustibles en provenance de Lucens, Trino, NPD, SEP, et trois en 1972, avec SENA[100], DP et une nouvelle sous-campagne Trino. Cette campagne, la plus longue dans l'histoire de l'entreprise, se déroula bien dans l'ensemble, malgré quelques problèmes, qui prouvèrent, s'il en était encore besoin , les difficultés inhérentes au retraitement des combustibles gainés au zirconium et celles qui étaient liées au passage d'un type de campagne à l'autre, plus que des faiblesses techniques de l'usine; il est vrai qu'à cette période la démonstration de la capacité technique de l'usine ne pouvait plus guère servir que la volonté belge de continuer l'exploitation. Mais elle mit en évidence le point faible de l'usine: le cycle du plutonium, et en particulier sa voie sèche.

Réception et stockage

En ce qui concerne la réception et le stockage, certains assemblages de combustible de SENA livrés en 1972 présentant des fissures, il fut décidé de les dissoudre immédiatement sans stockage intermédiaire. Au début de l'année 1972, l'eau de la piscine connut des problèmes de pureté, liés au mauvais fonctionnement des dispositifs de traitement, préfiltres mécaniques et lits de résines ; l'activité de l'eau s'accrut jusqu'à un centième de Ci/m$^3$ et la piscine s'encrassa; le dispositif fut réparé et la piscine aspirée. La situation redevint normale en juin.

Dégainage et dissolution

Pour la tête de procédé, furent utilisés en 1971-1972 de l'acide sulfurique dilué pour le combustible Magnox du réacteur de Lucens, les procédés SULFEX pour Trino et SENA, ZIRFLEX pour NPD, SEP et DP. Le dégainage de Lucens fut lent en raison de l'indisponibilité du second dissolveur, celui de SEP posa des problèmes, en raison de la haute teneur en Zr/U et par suite de difficultés avec la grue et les manipulateurs de la

[100] Le retraitement de SENA fut à l'origine de discussions parfois vives sur la comptabilité de l'U235 et du Pu contenus. Il fallut avoir recours à deux contre-expertises du CEA Cadarache et du BCMN de Geel, qui mirent en évidence les problèmes de mesure existant, pas seulement à Eurochemic d'ailleurs. La contamination des châteaux fut aussi à l'origine de problèmes avec Transnucléaire. Après le retraitement, le retour du combustible ne fut possible qu'en 1977 en raison de l'encombrement, tant à La Hague qu'à Chooz. Source: Dossier SENA.

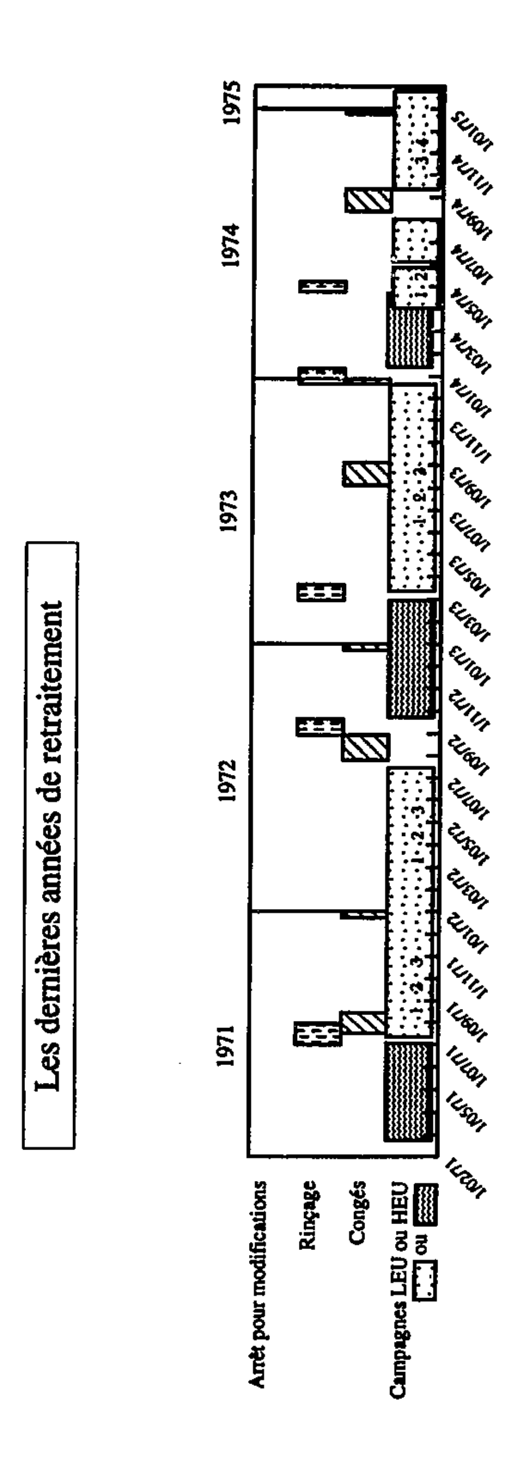



**Figure 103.** Rythme d'exploitation de l'usine de retraitement pendant la période allant de février 1971 à janvier 1975. La frise chronologique inférieure montre la succession des campagnes de retraitement, numérotées par année et sous-campagnes pour le retraitement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi (LEU). Les trois bandes du haut évoquent les fermetures pour congés et les périodes d'arrêt avec leurs causes, notamment les rinçages entre deux campagnes. Le rythme d'exploitation fut beaucoup moins haché que pendant les années d'apprentissage. Il n'y eut pas d'arrêt prolongé du retraitement pour des raisons autres que les rinçages intercampagnes. (Source : RAE 1971 à 1975.)

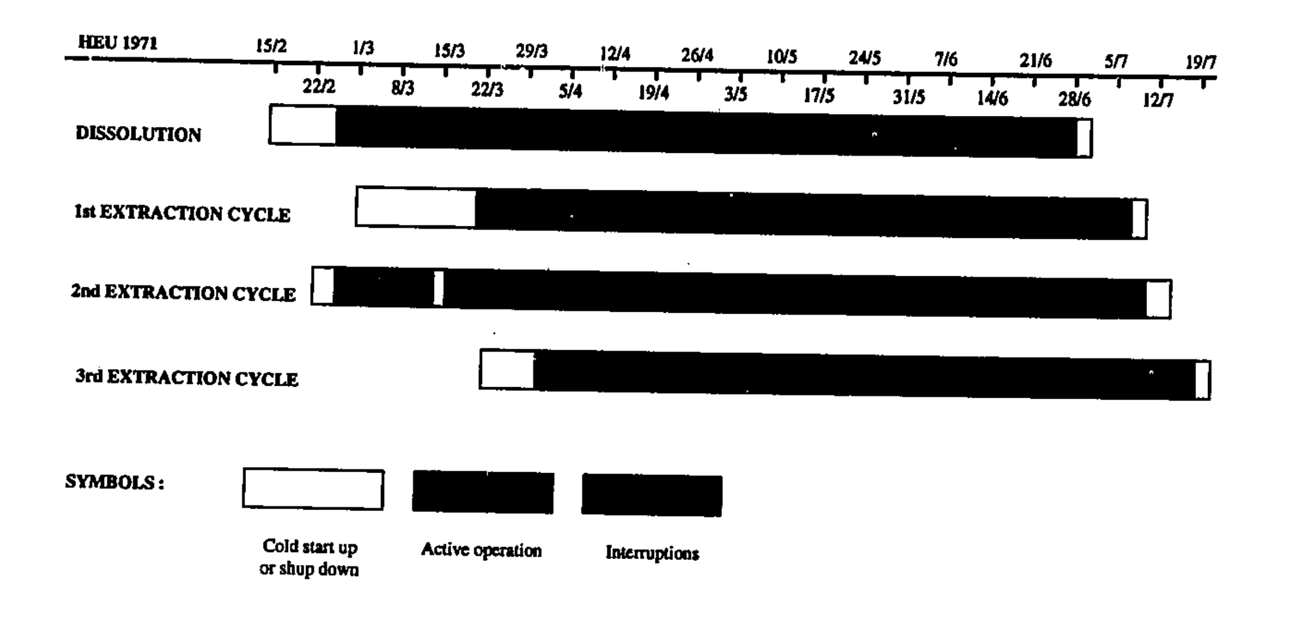



**Figure 104.** Frise chronologique montrant la succession des opérations dans les différentes unités de l'usine lors de la campagne de retraitement des combustibles à uranium hautement enrichi qui eut lieu en 1971. (Source : CA(72)1, hors-texte entre les pages 50 et 51.)

cellule de chargement du second dissolveur, qui généra un retard de 20 jours de la dissolution. Mais Trino et NPD furent dissous dans de bonnes conditions. En 1972 une nouvelle panne de manipulateur dans la cellule du second dissolveur, ainsi que des incidents de fonctionnement du pont-grue retardèrent la sous-campagne de Trino. Ces problèmes étaient liés à la forte sollicitation de ces matériels lors de l'enlèvement des déchets solides restés dans les paniers. Leur résolution fut dispendieuse en termes de doses aux mains. Il fut décidé d'installer un doublage de secours pour ces appareils.

Les premier et second cycles d'extraction de l'uranium

Au redémarrage de 1971, certaines difficultés trouvant leur origine dans les opérations de rinçage et de décontamination furent rencontrées: bouchage de la tuyauterie de transfert des solutions du troisième dissolveur vers la cuve de réception, instabilité de la colonne HA du fait de la présence de Vantoc, un des décontaminants utilisés. Il fallut trois semaines pour que la colonne retrouve un comportement correct.

Le combustible de SEP posa des problèmes à l'extraction, comme il en avait posé pour la dissolution, en raison de sa forte teneur en zirconium, et rendit deux colonnes (HA et BX) instables. La composition des solutions fut rapidement adaptée et le cycle retrouva une marche correcte.

En février et mars 1972, la productivité et la qualité de l'extraction de l'uranium baissèrent, du fait de l'augmentation de l'activité du solvant et du TBP – son activité bêta atteignit 2500 mCI/l – nécessitant un recyclage systématique qui fut opéré dans l'équipement du premier cycle. L'origine du problème fut mise en évidence à la suite du bouchage le 2 mars d'une conduite entre deux mélangeurs décanteurs de l'unité de traitement du solvant. Les tentatives de débouchage externes durèrent deux semaines. Elles furent vaines. Il fallut intervenir directement. La situation redevint alors normale et l'activité du solvant diminua à 10 mCi/l. Ce bouchage retarda le programme de retraitement de sept semaines.

Les problèmes du traitement du plutonium

Le traitement du plutonium, qui ne fut possible qu'à partir des deux derniers mois de 1971, ne donna toujours pas satisfaction. A partir de janvier 1972, il fallut recourir à des recyclages fréquents pour abaisser la teneur en produits de fission au cours du second cycle du plutonium ; une nouvelle fuite fut découverte en mai 1972 sur un évaporateur, qui ne put être réparée que pendant l'arrêt de l'usine pendant les vacances d'été.

| | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUN | JUL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DECLAD. - DISSOL. | | SENA | | | DP | TRINO | RINSE |
| U - EXTRACT. | | | | | | | |
| 1st cycle | DODEWAARD | SENA | | SOLVENT | SENA DP | TRINO | SHUT DOWN |
| 2nd cycle | | SENA | | UIV | | DP TRINO | SHUT DOWN |
| Pu - UNIT | | | | | | | |
| Wet part | | DODEWAARD | SENA | | | | RINSE |
| Dry part | | | | | | | RINSE |

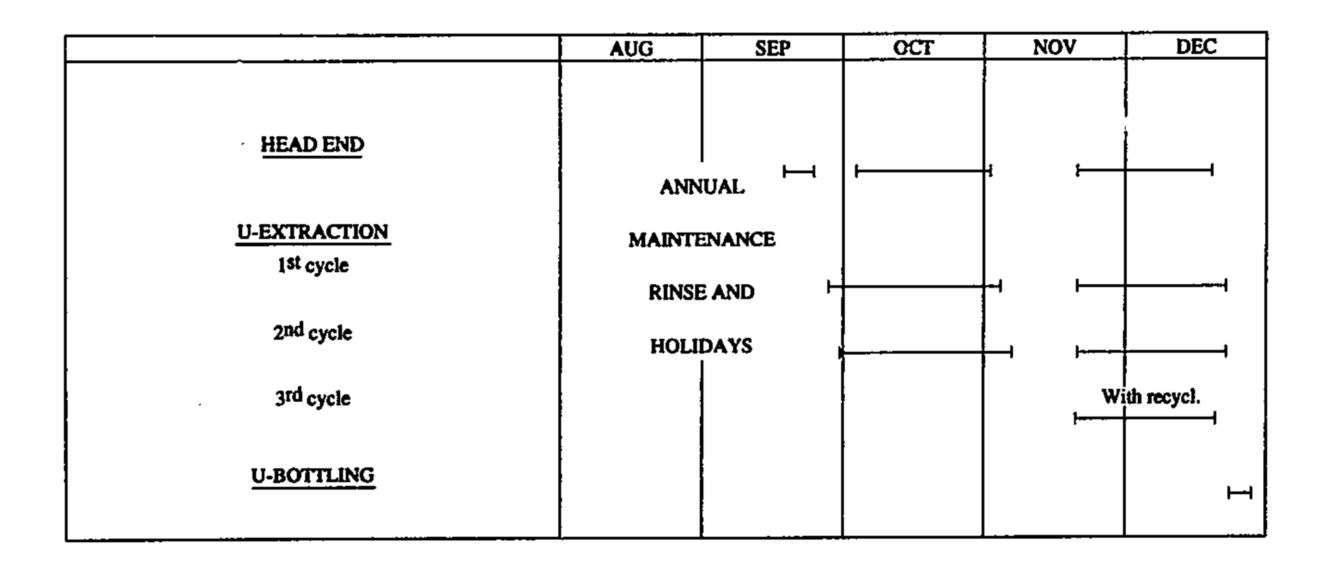



**Figure 105.** Programme d'exploitation pour l'année 1972. En haut la campagne de retraitement des combustibles à uranium faiblement enrichi, en bas celle des combustibles à l'uranium hautement enrichi. (Source : CA(73)1, hors-texte entre les pages 25 et 26, 34 et 35.)

La voie sèche ne cessa de poser des problèmes. Le système de valves entre le précipitateur et le calcinateur ne fonctionna pas correctement, permettant l'entrée de matériau trop humide, entraînant des pannes de calcinateur et des problèmes tout au long de la chaîne. Il fut décidé de réorganiser totalement le traitement sec.

Une fuite dans la conduite d'effluents de faible activité

Le seul incident dans l'histoire de l'exploitation d'Eurochemic à avoir affecté l'extérieur de l'usine fut occasionné en 1972 par la fuite de la ligne de transfert des effluents de faible activité vers les installations de Belgonucléaire au CEN[101].

*La campagne HEU 1972-1973 – L'affinement des méthodes de comptabilité nucléaire*

Une longue campagne HEU débuta après les vacances le 19 septembre, s'interrompit pour les vacances de Noël le 19 décembre, pour reprendre en janvier et s'achever le 10 mars 1973. Furent retraités 5,8 t d'éléments MTR, répartis en 1263 éléments, contenant 259 kg d'uranium très enrichi.

La grande nouveauté était l'application d'un système de comptabilité séparée des matières pour chaque réacteur, permettant d'affiner le contrôle de sécurité par la méthode de corrélation isotopique, une méthode expérimentée dans le cadre d'un contrat avec l'AIEA[102].

Son déroulement fut dans l'ensemble satisfaisant et la productivité de la campagne fut tout à fait comparable à celle de la campagne HEU 71. Mais elle démontra une fois de plus que la succession de campagnes LEU et HEU entraînait un certain nombre de problèmes, et qu'on avait donc intérêt à changer de type de combustible le moins souvent possible.

Le démarrage se fit par la dissolution d'éléments d'aluminium sans combustible qui fournirent les solutions d'amorçage du premier cycle. Ce dernier démarra le 25 septembre, mais il fut rapidement ralenti par les conséquences vers l'amont du procédé des problèmes rencontrés dans le troisième cycle; un rythme satisfaisant ne fut atteint qu'à partir du 19 novembre, malgré la diminution du rendement d'une colonne lié à une fuite d'air dans un des pulsateurs, qui fut responsable des 3/4 des pertes en uranium du cycle.

Le troisième cycle démarra avec retard, car la décontamination consécutive à la fin du précédent cycle LEU avait été insuffisante ; il fallut procéder à un nouveau rinçage du troisième cycle, ce qui généra 46 m3 d'effluents supplémentaires ; malgré cela le HEU produit s'avéra trop contaminé en plutonium. Il fallut donc procéder à sa décontamination dans une nouvelle unité utilisant un nouveau solvant du plutonium[103], qui fut mise en service à la fin de 1972. La qualité du plutonium resta assez médiocre malgré le passage, achevé le 10 mars 1973, dans cette nouvelle unité.

*LEU 73 – L'entrée en service de la nouvelle unité de purification du plutonium* (Figure 106)

Une campagne sans histoire

Le reste de l'année 1973 fut occupé par une campagne LEU qui vit la mise en service de la nouvelle unité de purification du plutonium. La réception des combustibles irradiés de SENA posa toujours des problèmes en raison des fissurations de gaines de la plupart d'entre eux. Deux seulement purent être entreposés en piscine; d'autres furent sciés en piscine pour être inspectés dans le cadre d'un programme commun CEA-CEN d'examen non destructif des aiguilles après irradiation. Le dégainage et la dissolution se passèrent bien, malgré l'importance des résidus solides du traitement ZIRFLEX de KRB.

Le traitement de l'uranium fut de routine. Les conditions de fonctionnement choisies pour le nouveau cycle de purification du plutonium permettaient de concentrer ce dernier sans passer par un évaporateur. Mais comme les combustibles de Trino et de SENA contenaient au départ une forte proportion de plutonium, la contamination alpha de l'uranium fut assez élevée cependant. La campagne se déroula sans autre anicroche pour s'achever dans la première quinzaine de janvier 1974. L'usine semblait avoir atteint son «rythme de croisière». Le grand événement de l'année 1973 fut donc l'entrée en service de la nouvelle installation de traitement du plutonium.

*Les principes de construction*

Il s'agissait de remédier aux problèmes rencontrés : désormais le troisième cycle HEU était totalement distinct du cycle du plutonium, ce qui évitait les rinçages et les contaminations croisées, qui avaient tant retardé ou perturbé les campagnes ; les problèmes d'évaporateur étaient supprimés puisque la solution n'était plus concentrée ; on avait remplacé les mélangeurs-décanteurs par des colonnes pulsées, plus faciles d'emploi. Pour

---

101 Cet incident est analysé en détail dans le bilan des incidents dans la 3[e] Partie, chap. 4.

102 Cf. 3[e] Partie, chap. 4

103 Cf. RAE 72, p.39. Il s'agissait de TTA, thénoyltrifluoroacétone.

OPERATION PROGRAMME FOR 1973

JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

HEU
3rd cycle
Pur. TTA

LEU
HEAD-END
U-EXTRACT
1st cycle
2nd cycle

TRINO
TRINO SENA KRB
KRB
PREP. TRINO SENA
SENA KRB

Pu Unit
Extr. cycle
Dry part

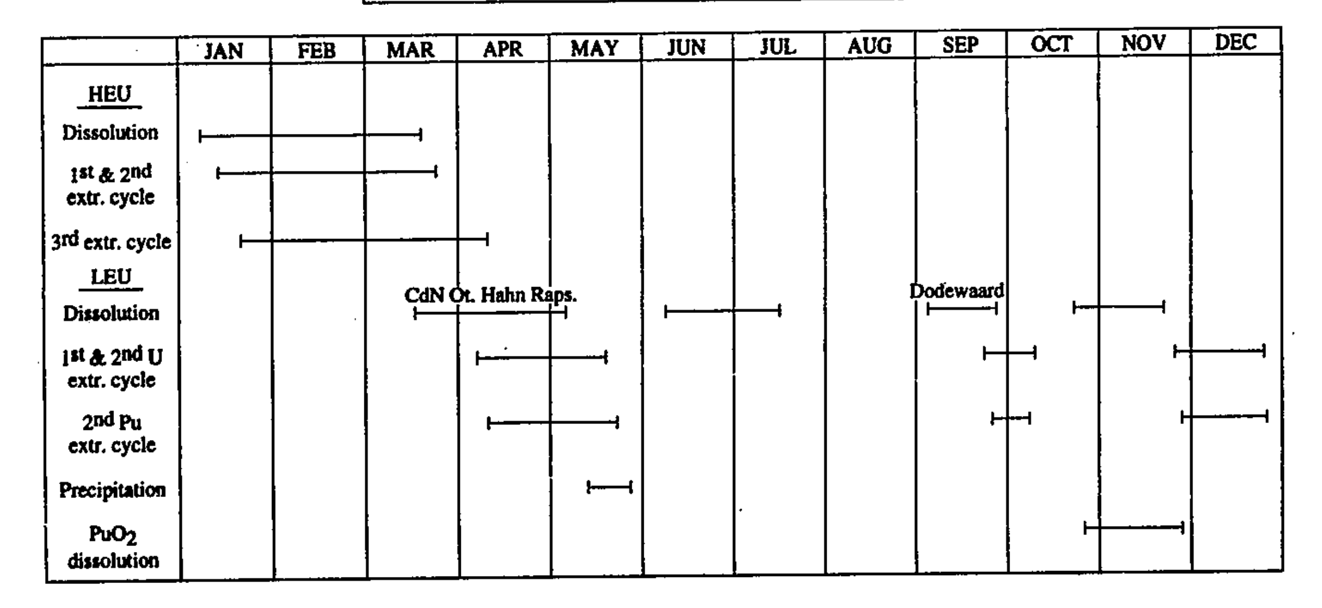



**Figure 106.** Programme d'exploitation pour les années 1973 et 1974. (Source : CA(74)2, p.24 et CA(75)2 p. 23.)

éviter que des problèmes dans la voie sèche ne bloquent le fonctionnement de la voie humide, un stockage intermédiaire de 15 kg de plutonium avait été prévu. Avant la précipitation et la calcination de l'oxalate de plutonium, un cycle d'échanges d'anions permettait de retirer l'americium et, si nécessaire, de procéder à une décontamination supplémentaire de produits de fission et d'uranium.

*Deux mois de retard*

L'installation démarra avec deux mois de retard par rapport au planning, du fait de la longueur des ajustements qui se révélèrent nécessaires entre les différentes unités la constituant. Une des colonnes d'extraction fut difficile à contrôler. L'ajustement de la valence du plutonium par des vapeurs nitreuses ne donna pas les résultats espérés sur la base des études effectuées à l'échelle du laboratoire. Il fallut utiliser à la place une solution de lavage contenant du nitrate uraneux et de l'hydrazine ; le séparateur du solvant avait été incorrectement dessiné ; des bulles dans les conduites et des pannes de pompes expliquèrent le retard. Mais le démarrage, opéré à vitesse réduite à la mi-mai 1973, se passa sans encombre. L'unité d'échanges d'anions destinée à la purification démarra sans problème le 12 mai. Au bout d'un peu plus d'un mois de fonctionnement cependant, des particules de résine et un précipité blanc riche en plutonium apparurent dans la solution sortant de l'unité. Celle-ci fut arrêtée et mise hors-circuit. Pour la précipitation et la calcination, un filtre rotatif de SGN semblable à celui utilisé à La Hague dans UP2 fut installé entre l'unité de purification et le précipitateur. L'ensemble démarra le 14 mai ; le filtre fut bouché par les résines de l'échangeur d'ions fin juin, mais l'arrêt de ce dernier améliora la situation.

Les déchets

Une nouvelle canalisation de transfert vers le CEN des effluents liquides de faible activité fut inaugurée, ce qui mit fin au transport effectué entre les deux sites par une citerne montée sur un semi-remorque, système qui avait été utilisé depuis l'incident de 1973. Des particules solides provenant des déchets de KRB, dont certains étaient des tubes à peines attaqués par l'acide et qui étaient stockés dans la piscine, bouchèrent la conduite d'évacuation du trop plein ; de l'eau déborda et contamina le sol du hall de réception.

*La dernière année du retraitement: la maturité technique d'Eurochemic?*

HEU 1974 – une campagne de routine

La dernière année de retraitement à Eurochemic débuta par une campagne HEU qui commença le 14 janvier et dura jusqu'au 12 avril. Furent retraités 1338 éléments contenant 266 kg d'uranium et 5,37 t d'aluminium. Les conséquences de l'utilisation du 3ème cycle par le cycle du plutonium jusqu'en 1972 se firent encore sentir et nécessitèrent des rinçages supplémentaires avant usage. Mais pour le reste la campagne de retraitement se déroula sans histoire.

LEU 1974 – L'impact des réductions de personnel – Une campagne par tranches

Peu avant la fin de la campagne HEU débuta la dernière campagne LEU : il restait contractuellement 11,8 t d'uranium à retraiter avant la fermeture de l'usine. Le programme de licenciement en cours toucha le POD et nécessita des adaptations du plan de charge… ; si EL3 (CdN), Otto Hahn et Rapsodie furent retraités en continu, après les vacances ne subsistèrent que deux équipes et SEP fut donc retraité en discontinu, le personnel faisant fonctionner une unité après l'autre en deux cycles : dégainage et dissolution du 2 au 20 septembre ; stockage provisoire des solutions ; mise en route de l'extraction de l'uranium et du plutonium du 23 septembre au 11 octobre ; stockage du nitrate de plutonium ; réouverture de l'unité de dégainage et de dissolution le 21 octobre ; nouveau cycle d'extraction enfin, qui s'acheva le 13 décembre.

Du point de vue technique, la tête de procédé montra les caractéristiques suivantes : Rapsodie fut dissous au SULFEX sans problème, mais pour les éléments combustibles du Otto Hahn, préalablement démantelés en raison de leur forme particulière, la lenteur de la dissolution nécessita une répétition du procédé et donc des pertes non négligeables dans les effluents; ZIRFLEX, utilisé pour SEP généra comme d'habitude des déchets solides importants ; pour CdN on expérimenta la dissolution conjointe de l'aluminium et de l'oxyde d'uranium avec du nitrate de mercure.

L'extraction de l'uranium se réalisa dans de bonnes conditions, celle du plutonium aussi. 9 kg de plutonium sous forme d'oxyde, ne répondant pas aux spécifications contractuelles et accumulés depuis 1966, furent dissous dans un petit dissolveur installé dans une boîte à gants durant les mois d' octobre et de novembre avant d'être recyclés dans l'usine.

La totalité du nitrate de plutonium ainsi produit fut convertie en oxyde durant le mois de janvier 1975, alors que les autres unités de l'usine avaient été fermées; le 24 janvier 1975 cessa toute activité de retraitement à Eurochemic.

## Chapitre 4

# Bilan du retraitement

Au terme des huit années où Eurochemic effectua des campagnes de retraitement, il importe de dresser un bilan global. Celui-ci doit permettre de vérifier si la Société a répondu à ses objectifs initiaux. Il doit aussi mesurer «l'héritage des années de retraitement», ce que les parties prenantes appelèrent bientôt le «passif nucléaire», qui pesa sur la destinée ultérieure de l'entreprise, durant les quinze années qui séparent l'arrêt du retraitement de la disparition de la Société.

Le bilan comporte donc trois volets : matériel, financier et technique.

Si le bilan matériel est modeste, le bilan financier est franchement décevant.

Le volet technique est, en revanche, très positif. Malgré les faibles quantités retraitées, Eurochemic a acquis un savoir-faire polyvalent sans équivalent en matière de retraitement.

L'entreprise a aussi accumulé un savoir pratique grâce au retour d'expérience sur les incidents, les problèmes de radioprotection, les méthodes de comptabilité des matières fissiles.

Mais tous ces aspects concernent en 1975 le passé. Il faut établir un bilan séparé pour les déchets générés pendant l'activité de retraitement. En effet, si une partie d'entre eux fût éliminée en même temps qu'ils furent produits, la plus grande part, si l'on considère non le volume mais la quantité de radioactivité contenue, fut accumulée sur le site et constitua pour l'entreprise l'héritage de ses années de retraitement.

### Bilan matériel et financier du retraitement – Faibles quantités, recettes limitées

#### *Un bilan matériel modeste* [1]

Les quatre histogrammes ci-après (Figure 107)[2] et Figure 108 permettent de suivre l'évolution de la production de matières nucléaires par l'entreprise.

Pendant les années de retraitement, sont sorties de l'usine pour être retournées aux clients[3] les quantités de matières fissiles suivantes[4] :

- environ 185 t d'uranium naturel ou faiblement enrichi jusqu'à 5% (LEU) ;
- environ 1360 kg d'uranium fortement enrichi, à teneur comprise entre 65 et 75% d'uranium 235 (HEU)[5] ;
- enfin aux alentours de 650 kg de plutonium (Pu).

L'usine fonctionna 1366 jours pour les campagnes LEU et 583 jours pour les campagnes HEU, soit 1949 jours en tout pendant une période de 3124 jours[6].

Le taux d'utilisation fut donc de 62,4 %, les 36,7% du temps restant représentant les vacances et les immobilisations liées aux pannes, réparations et de modifications.

---

[1] HUMBLET L. (1987).

[2] Sources: RAE 3, RAE 1967-1975; ETR HUMBLET L. (1987). Les résultats de LEU 71-72 ont été répartis en fonction des données de RAE 1971. Mais ceux de la campagne HEU 72-73, à cheval sur la fin de 1972 et le début de 1973, ont été imputés à l'année 1972.

[3] Dans quelques cas les produits furent vendus à un destinataire désigné par le client, comme pour R3 à Alkem.

[4] Les estimations de quantités globales varient dans les sources, mais dans des proportions modestes. Il est de plus parfois difficile de savoir si les quantités évoquées sont celles qui sont rentrées ou sorties de l'usine. Les fourchettes maximales sont les suivantes: 181,3 à 188,43 t de LEU, 644,4 à 671 kg de Pu, 1363 à 1364 kg de HEU.

[5] La teneur initiale à la fabrication étant de 90 à 93 %.

[6] Période du 6 juillet 1966 au 24 janvier 1975.

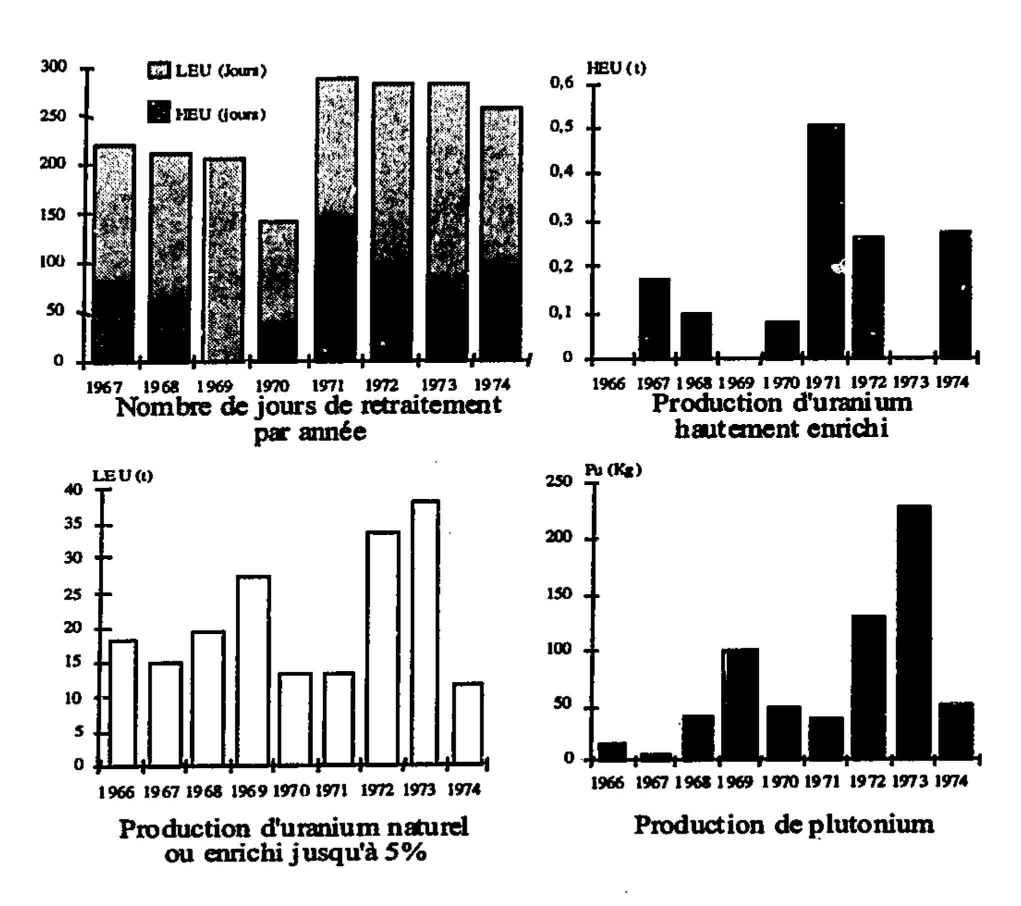



**Figure 107.** L'évolution de la production de matières nucléaires par l'entreprise

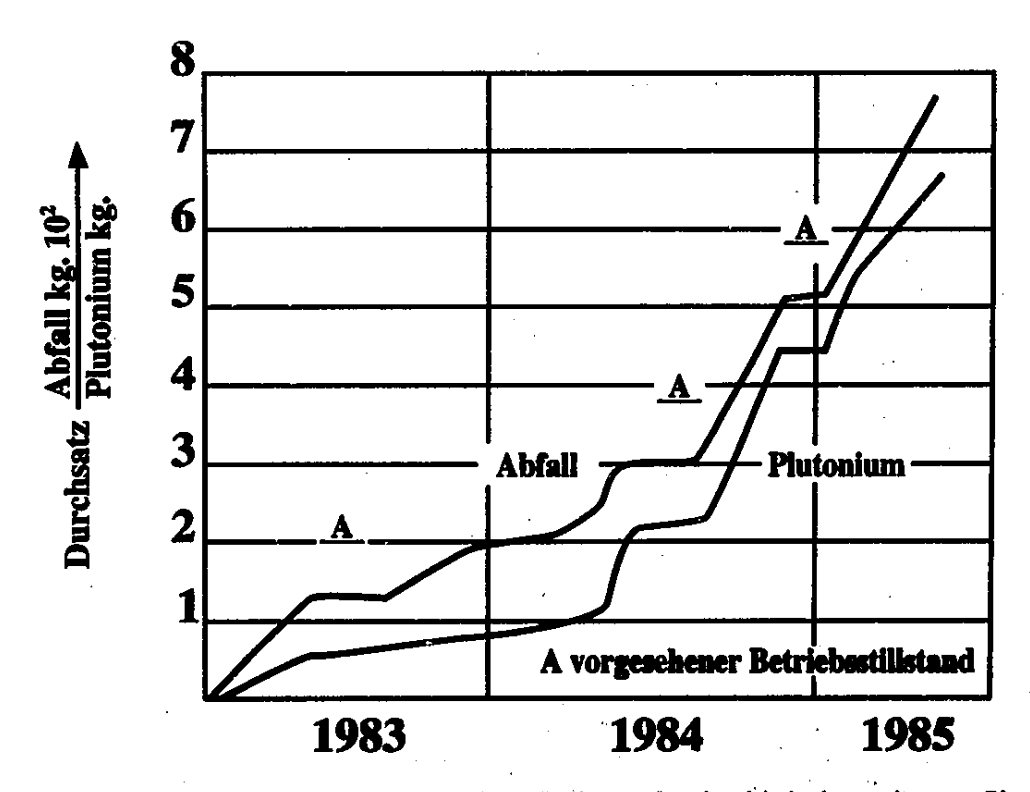



**Figure 108.** Production cumulée de matières fissiles pendant la période de retraitement. Plus de la moitié de la production fut réalisée après l'interruption de 1970-1971. (Source : HUMBLET L. (1987), p. 13.)

La productivité par jour obtenue en divisant la quantité produite par la durée totale des campagnes s'établit[7] à 137,94 kg/j de LEU, 472 g/j de Pu, 2,34 kg/j de HEU, c'est-à-dire assez en-dessous des capacités annoncées au départ du projet, qui étaient de 350 kg/j pour du LEU, et 5 kg/j pour le HEU[8].

Un des facteurs importants pour expliquer la médiocrité des performances réelles par rapport à celles attendues est le temps improductif, comptabilisé dans les campagnes, consacré aux rinçages entre sous-campagnes et aux opérations nécessaires pour permettre le passage d'une campagne HEU à une campagne LEU.

La faible productivité était donc en partie le prix à payer pour la polyvalence de l'usine et met bien en évidence la contradiction qui exista en permanence dans l'entreprise, définie comme une «usine-pilote industrielle», entre les fonctions d'expérimentation et celles de production.

Dans les usines de production, spécialisées, les contraintes spécifiques à la polyvalence HEU-LEU sont par nature absentes et celles dues aux sous-campagnes sont fortement atténuées en raison de la taille des lots et de l'homogénéité relative de leur composition exprimée en composition, durée d'irradiation, structure, etc.

Les maxima atteints donnent cependant une idée des performances potentielles de l'usine : LEU 1967 et LEU 1972 s'établissent respectivement à 180 et 170 kg/j, avec de grosses différences dans le niveau d'enrichissement, proche du taux naturel en 1967 et de 5% en 1972, avec un quasi décuplement du taux d'irradiation.

La productivité des meilleures campagnes dénote donc un incontestable progrès dans l'utilisation des capacités, mais reste bien en deçà, même avec les valeurs maximales, des capacités annoncées. Celles-ci pêchèrent assurément par optimisme[9].

En ce qui concerne le plutonium, il est assez arbitraire de calculer la durée totale des campagnes LEU. Si l'on comptabilise à sa place la durée d'utilisation du cycle du plutonium, on obtient des valeurs allant de 200 g en 1967 à 1300 g en 1973. Les difficultés rencontrées par le cycle du plutonium et par la queue de procédé se lisent dans ces chiffres, mais aussi l'efficacité des installations inaugurées in extremis en 1973.

Pour les HEU, les valeurs par campagne fluctuèrent entre 1500 g/j lors de HEU 1973-1974, productivité liée à une contamination alpha qui nécessita un long traitement, et 3100 g/j pendant la campagne HEU 1974, ce qui reste bien en deçà des 5000 g annoncés.

Si le bilan en termes de productivité est moyen, le bilan financier est décevant.

***Un bilan financier décevant.***

L'examen annuel des recettes de l'entreprise établies à partir de la ligne «prestations de services nucléaires» du bilan, dont le plus gros poste était constitué par les recettes de retraitement[10], montre bien que la nature de l'entreprise n'était pas commerciale, contrairement à ce qui avait pu être espéré au départ du projet. (Tableau 57)

Les recettes de services nucléaires représentèrent un demi milliard de francs belges. Elles assurèrent le cinquième seulement des recettes pendant la période 1966-1974 [11]. Les subventions de l'OCDE couvrirent 80 % des dépenses. Ce n'est que très exceptionnellement, en 1971, que les recettes de retraitement et les subventions de fonctionnement contribuèrent à partie égales aux recettes de l'entreprise.

---

7 Les chiffres ayant servi à établir les calculs sont ceux de HUMBLET L. (1987), soit 188,3 t de LEU, 1362 kg de HEU, 644,4 kg de Pu.

8 La productivité du plutonium ne pouvait être prédite puisqu'elle dépend des caractéristiques des LEU.

9 Il semble qu'il y ait eu une tradition de surestimation des capacités dans les usines de retraitement jusqu'à une période récente, ou du moins d'une sous-estimation des difficultés empêchant d'atteindre les capacités nominales. Pour UP2 par exemple il fallut une quinzaine d'années pour les atteindre. D'une capacité annoncée de 400 t/an de combustible oxyde depuis 1976, sa montée en charge fut très lente. Il faut attendre 1980 pour que soient obtenues les 100 t annuelles, 1985 pour que soient dépassées les 300 t. En 1987 et 1989 toutefois la production annuelle s'inscrivait au-dessus de la capacité annoncée. La montée en charge d'UP3 est en revanche beaucoup plus rapide. L'usine entrée en service en 1989, d'une capacité annoncée de 800 t/an, retraitait un peu moins de 200 t en 1990, et presque 450 t en 1992. Source : BETIS J. (1993),P. 271, lecture du graphique. Cette sous-estimation, très générale en chimie dès qu'il s'agit d'un procédé nouveau qui n'a pas encore été porté à l'échelle industrielle, a dans le retraitement dépassé les délais habituels de la branche.

10 Elle comptabilisait aussi les frais de garde des matières nucléaires, le stockage initial et la gestion des déchets finals.

11 Le programme quinquennal avait prévu le tiers.

Tableau 57. Evolution et structure des recettes d'Eurochemic de 1966 à 1976 (en M FB) [12]

| Année | Recettes pour «prestations de services nucléaires» M FB | % | Contributions OCDE[13] M FB | % |
|---|---|---|---|---|
| 1966 | 16,38 | 9,8 | 150 | 90,2 |
| 1967 | 69,1 | 47,7 | 75,7 | 52,3 |
| 1968 | 39,4 | 20,3 | 155 | 79,7 |
| 1969 | 58,28 | 32,7 | 120 | 67,3 |
| 1970 | 28,45 | 11,3 | 223,75 | 88,7 |
| 1971 | 104,74 | 49,9 | 105 | 50,1 |
| 1972 | 80,61 | 35,7 | 145 | 64,3 |
| 1973 | 71,26 | 31,5 | 155,16 | 68,5 |
| 1974 | 32,84 | 10,4 | 282,23 | 89,6 |
| 1975 | 1,29 | 0,3 | 446 | 99,7 |
| 1976 | 2,14 | 0,6 | 345 | 99,4 |
| *Total 67-74* | *484,68* | *22,1* | *1707,84* | *77,9* |
| Total recettes de retraitement | 504,49 | | | |

Du point de vue financier l'objectif industriel qui avait été assigné à Eurochemic, si ce n'est par la Convention, du moins par certains de ses signataires désireux de faire retraiter leurs combustibles dans Eurochemic à des conditions économiques[14], n'avait à l'évidence pas été atteint. L'échec d'Eurochemic comme unité internationale de retraitement industriel est donc à ce titre patent mais les causes ne sont pas qu'internes. Il fut indéniablement accéléré par le "dumping" britannique qui tira les prix du retraitement vers le bas et par la prééminence de la logique nationale, prolongée par la logique de cartel, sur la logique de coopération internationale qui priva certainement l'entreprise de marchés. La lenteur du développement des réacteurs électronucléaires raréfiant la demande de retraitement joua aussi son rôle[15].

Cependant la cause de l'échec industriel était en quelque sorte inscrite dans les conditions de la naissance de l'entreprise. L'usine n'a jamais eu pour vocation première d'être industrielle, mais de permettre l'acquisition, à l'échelle d'un pilote de grande taille, de l'expérience nécessaire à la construction d'une véritable usine de production. Cet objectif technique a, lui, indéniablement été atteint.

## Un bilan technique très positif

Etablir un bilan technique de l'entreprise nécessite d'aborder deux thèmes, celui de l'acquisition d'un savoir-faire d'abord, celui de l'acquisition d'une expérience ensuite.

Le succès d'Eurochemic est indéniable du point de vue qualitatif. L'usine a retraité la quasi-totalité des types de combustibles utilisés dans les différentes filières de réacteurs existant dans les pays membres ou en a testé de nouveaux[16]. Elle a donc accumulé un savoir-faire considérable. Le bilan technique n'est pas négligeable non plus en termes quantitatifs, si on l'exprime non en tonnage mais en part des réacteurs existants à l'époque.

[12] Source : Bilans de la Société.

[13] Ne sont comptabilisées ici que les contributions de fonctionnement. Les subventions d'équipement se montèrent à 70 M FB en 1971, 100 M en 1972, 63 M en 1973 et 120 M en 1974.

[14] C'était par exemple le cas de la Suisse.

[15] Le grand démarrage des programmes d'équipement électronucléaires européens est décidé à la suite du premier choc pétrolier, alors qu'Eurochemic effectue sa dernière année de retraitement. Sur les conséquences de ce «réveil» électronucléaire sur les programmes de retraitement, cf. 4° Part. chap. premier.

[16] Comme pour les éléments Cristal de Neige, des alliages uranium-molybdène contenant jusqu'à 10% de ce dernier élément.

***Eurochemic a retraité une large gamme de combustibles en provenance des principaux réacteurs des pays membres***

*Les grandes familles de réacteurs existant en Europe dans les années soixante*

Il est au préalable nécessaire de rappeler quelques grandes caractéristiques du développement des différents types de réacteurs en Europe dans les années cinquante et soixante, en précisant leurs principales caractéristiques du point de vue du retraitement[17].

Il faut d'abord distinguer les réacteurs de recherche, qui sont dans leurs détails d'une assez grande variété, suivant l'objectif de la recherche, essai des matériaux, expérimentation de types de combustibles nouveaux, de géométrie de réacteurs, etc. En général les quantités de matières fissiles sont faibles, mais la teneur en uranium enrichi peut être très forte.

Pour ce qui est des réacteurs de puissance[18], le succès actuel de la filière à eau légère dans le monde entier et en Europe ne doit pas faire oublier que dans les années soixante les jeux n'étaient pas encore entièrement faits[19] et que l'on continuait à explorer la combinatoire des réacteurs[20].

Des filières très différentes coexistaient donc dans les programmes de recherche ou d'équipement en centrales électronucléaires des différents pays de l'OECE, avec des champions nationaux ou internationaux, qui en étaient à des stades différents, expérimental, pilote ou prototype.

Les principales familles étaient alors les suivantes :

- Les réacteurs de recherche. Ils étaient de deux types, soit des réacteurs-cuves, soit des réacteurs piscine ;
- Les réacteurs de puissance, qui regroupaient les prototypes ou les réacteurs commerciaux. Dans ce groupe on peut distinguer cinq famille :
  - Les réacteurs à eau lourde comme modérateur (HWR suivant l'abréviation anglo-saxonne) donnèrent lieu à des expérimentation très nombreuses en Europe : eau lourde pressurisée (PHWR), à haute température (HTHWR), aux réfrigérants variés, à eau lourde (HWCHWR), gaz (GCHWR), liquides organiques (OLCHWR), etc. Au Canada se développa une filière spécifique dite CANDU (Canadian Deuterium Uranium) ;

---

17 Le meilleur ouvrage sur la politique de développement des réacteurs en Europe dans les années soixante est NAU H.R. (1974), malgré une perspective politique et non technique.

18 La nature militaire des réacteurs plutonigènes les excluait du champ des réacteurs retraitables, mais il ne faut pas oublier que les premiers réacteurs électrogènes étaient aussi militaires ou dérivés de modèles militaires.

19 Un événement significatif cependant intervint à la fin des années soixante: la conversion à l'eau légère de la France en novembre 1969.

20 Il y a techniquement une infinité de combinaisons possibles permettant de fabriquer un réacteur. Les facteurs de la combinatoire des réacteurs sont les suivants:

- la nature du combustible : outre le thorium ou un mélange uranium-thorium, ce peut être de l'uranium naturel (à 0,71% de l'isotope 235) ou enrichi (au delà du taux naturel, pouvant aller jusqu'à 100%), ou un mélange d'uranium et de plutonium (comme le MOX).
- la forme chimique du combustible : métal, oxyde, alliage (comme U-Al pour les MTR par exemple).
- le matériau de gainage : ce peut être du magnésium, de l'aluminium, un alliage aluminium magnésium, de l'acier inoxydable, du zirconium (avec du niobium), des alliages de zirconium appelés zircalloy, du carbone pyrolitique. Il peut aussi ne pas y avoir de gaine du tout.
- l'organisation physique du combustible et du gainage : homogène sous forme de boulets ou de granules, hétérogène sous forme de barreaux, d'aiguilles, de crayons, de pastilles, regroupés en tubes, en faisceaux d'éléments.
- le modérateur, qui sert souvent d'éponyme aux filières : l'eau légère ou lourde, le graphite, le béryllium. Il peut aussi ne pas y avoir de modérateur du tout.
- enfin le réfrigérant, eau légère ou eau lourde bouillante ou sous pression, des gaz (carbonique, helium, ou tout simplement l'air), du sodium ou du potassium.

Certes la combinaison des facteurs n'est pas totalement libre pour des raisons techniques et certaines combinaisons sont exclues, mais il reste au bout du compte plusieurs dizaines de milliers de possibilités. Si pour les réacteurs de puissance se sont imposés les PWR à pastilles d'uranium légèrement enrichi gainé de zircalloy ou d'acier inox regroupés en faisceaux, la diversité des formes et des matériaux était considérablement plus grande et variée dans les années soixante en Europe.

Les raisons pour lesquelles certaines filières se sont imposées et d'autres pas combinent les facteurs techniques, économiques et politiques. Au début des années soixante, quand il fallut décider à Eurochemic quels étaient les types de combustibles que l'on allait traiter, les choix n'étaient pas encore faits. Eurochemic les retraita donc presque tous.

- Les réacteurs graphite-gaz (RGG ou GGR), le premier modérateur, le second réfrigérant, dont il existait deux types principaux, les réacteurs à uranium naturel graphite gaz français (UNGG) et la version anglaise des GGR ou Magnox ;
- Les réacteurs à gaz avancés RGA ou AGR sont des dérivés des RGG. Une variante à haute température fut développée à Winfrith, Dragon, qui est donc un HTGCR (High Temperature Gas Cooled Reactor) ;
- Les réacteurs à eau légère (REO ou LWR), qui se subdivisent en deux types, les réacteurs à eau pressurisée (REP ou PWR), et les réacteurs à eau bouillante (REB ou BWR) ;
- Enfin, se développèrent les travaux sur les réacteurs à neutrons rapides (RNR) ou surgénérateurs, souvent appelés alors couveuses rapides (fast breeder en anglais d'où FBR).

*Qualitativement, Eurochemic a su retraiter des combustibles issus de pratiquement tous les types de réacteurs européens*

Le tableau présenté dans la Figure 109 tente de relier aux grandes familles de réacteurs existant en Europe (et au Canada) les réacteurs dont le combustible a été retraité par Eurochemic.

Cette mise en relation démontre qu'Eurochemic a retraité du combustible provenant de la plus grande partie des types de réacteurs existant, sauf les réacteurs à eau lourde à réfrigérant liquide organique, une voie explorée par Euratom à Ispra, de même que les réacteurs des filières anglaises, ce qui se comprend aisément puisque le Royaume-Uni ne participait pas à la Société.

L'expérience ainsi acquise pouvait faire face à toutes les évolutions techniques prévisibles alors. Eurochemic fut en particulier la première usine européenne[21] à retraiter, en quantités non négligeables, des combustibles provenant de réacteurs à eau légère, aussi bien à eau pressurisée qu'à eau bouillante, c'est-à-dire ceux qui devaient finalement s'imposer en Europe.

*Quantitativement, Eurochemic a essentiellement retraité des combustibles provenant de réacteurs à eau ordinaire*

Du point de vue des tonnages retraités, le tableau suivant[22] montre la répartition des matières récupérées en fonction des types de combustibles retraités, classés par quantités d'uranium recouvré.

Tableau 58. **Répartition des matières récupérées en fonction des types de combustibles retraités**

| Type | U (t) | Taux de combustion en MWj/tU | Pu récupéré en kg | Taux de récupération[23] en kg de Pu/ t d'U |
|---|---|---|---|---|
| I. LEU | | | | |
| Réacteur à eau ordinaire pressurisée | 71,4 | 3200-21000 | 402,6 | 6,54 |
| Réacteur à eau lourde | 69,4 | 50-15000 | 104,7 | 1,51 |
| Réacteur à eau ordinaire bouillante | 29,5 | 3800-17300 | 157,1 | 5,33 |
| Réacteur graphite-gaz | 7,9 | 900-1500 | 5,1 | 0,65 |
| Surgénérateur (couverture) | 3,1 | 1300 | 8,2 | 2,65 |
| Total uranium naturel ou faiblement enrichi | 181,3 | 50-21000 | 677,7 | 3,74 |
| II. Uranium hautement enrichi | | | | |
| Réacteurs d'essai des matériaux. | 1,4 (90-95% U235) [24] | s.o. | s.o. | s.o. |

[21] La première usine mondiale fut NFS à West Valley, mais dans des conditions hasardeuses pour la santé de son personnel.

[22] VIEFERS W. (s.d.), Wastes, Table1. Chiffres totaux différents d'autres sources.

[23] Le plutonium n'était pas récupéré dans les HEU.

[24] Allié à 29 tonnes d'aluminium.

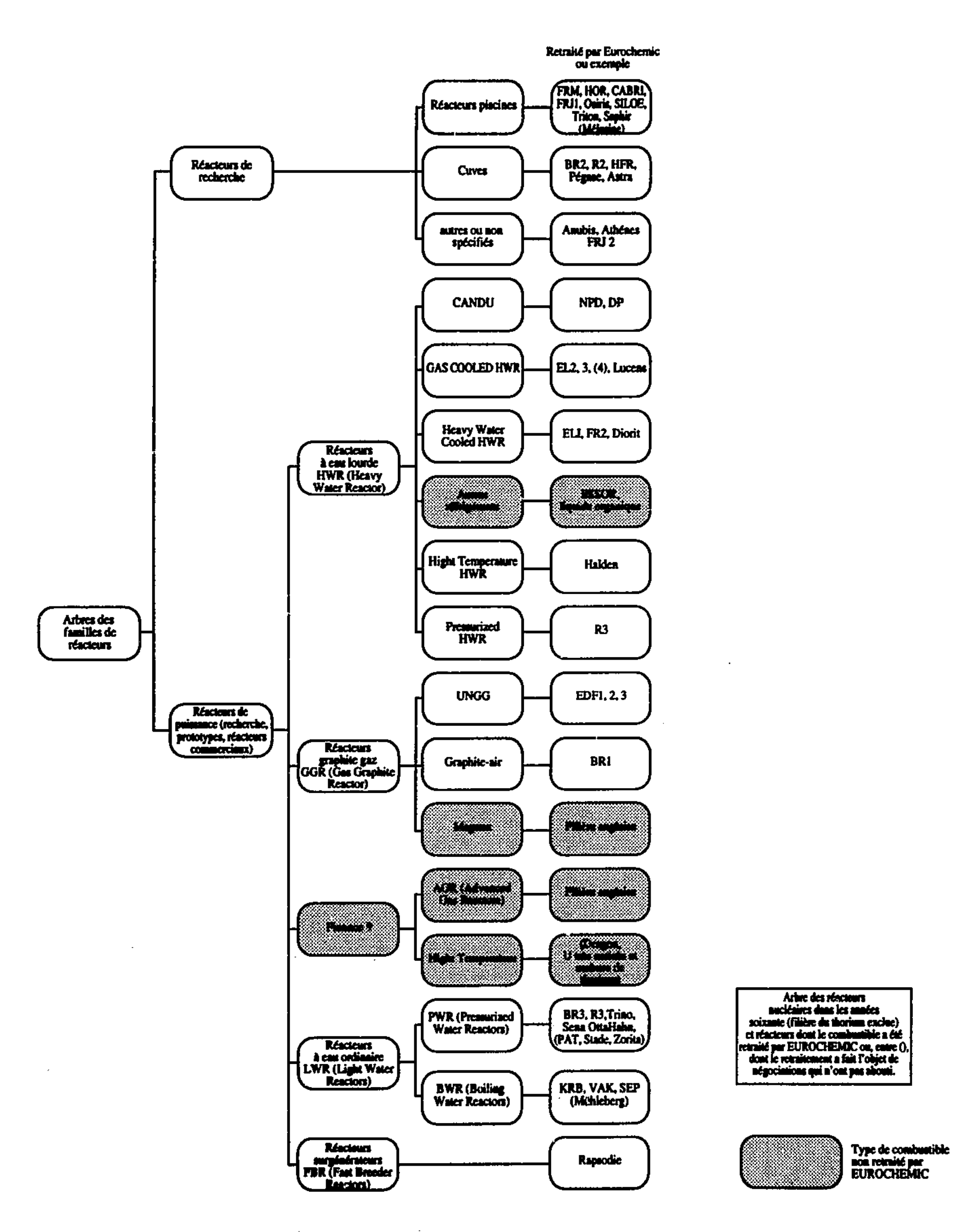



**Figure 109.** Types de réacteurs existant et réacteurs dont les combustibles ont été retraités par Eurochemic.

La prééminence quantitative des réacteurs à eau ordinaire et, parmi eux, des réacteurs à eau pressurisée, est manifeste. Ce sont ces derniers qui ont fourni la plus grosse part du plutonium récupéré.

Il faut également souligner qu'Eurochemic fut la première usine à avoir traité des combustibles à très fort taux d'irradiation, jusqu'à 21 000 MWj/t pour SENA[25].

*Eurochemic a retraité des combustibles provenant de plus de la moitié des réacteurs existant dans les pays membres*

La politique commerciale a tenté d'obtenir des marchés auprès de la plupart des grands opérateurs de réacteurs, qu'ils soient de recherche ou de puissance, comme le montre le tableau suivant, qui retrace la chronologie des contrats[26].

Tableau 59. **Chronologie des contrats de retraitement**

| Client | Réacteur (s) | Date d'approbation | Type de CI / quantité (en t) | Date de retraitement |
|---|---|---|---|---|
| CEA | EL1 (Fontenay) | 22.09.1964 | U nat. / 2 | 1966 |
| CEA | EL2 (Saclay) | 22.09.1964 | U nat/9,5 | 10.1966-1.1967 |
| CEA | EL3 (Saclay) | 22.09.1964 | LEU/8,5 | 1967 |
| CEA | EdF1/2/3 | 17.03.1965 | LEU/6 | 1968-1969 |
| CEN/SCK | BR3 | 17.03.1965 | LEU/2,8 | 1968 |
| | BR2 | 23.06.1965 | HEU/0,475 | 1967, 1971 |
| EURATOM (Petten) | HFR | 23.06.1965 | HEU/1,7 | 1967,1971 |
| CEA | Pégase, Triton, Mélusine, Siloe, Osiris | 23.06.1965 | HEU/3,8 | 1967 |
| Nukem | FRJ1 et 2 Jülich | 23.06.1965 | HEU/0,5 | 1967, 1970 |
| EIR | Diorit (1) | 21.10.1965 | U nat / 6 | 1967 |
| CEN/SCK | BR1 | 21.10.1965 | U nat / 1,9 | 1967 |
| RWE | VAK | 21.10.1965 | LEU / 6,1 | 1967 |
| RWE | KRB | 21.10.1965 | LEU / 14,9 | 1973 |
| AB Atomenergi | R2 | 21.10.1965 | HEU / 0,6 | 1967 |
| GfK | FR2 | 02.03.1967 | U nat / 6,7 | 1967 |
| IFA | Halden | 06.06.1967 | U nat / 1,3 | 1968 |
| AB Atomenergi | R3 | 06.06.1967 | LEU | 1969 |
| Öst. St. | ASTRA | 05.12.1967 | HEU / 0,11 | 1967 |
| ENEL | Trino | 05.12.1967 | LEU / 28,4 | 1970,1971, 1972,1973. |
| STEAG | Lingen | 05.12.1967 | LEU / 70 | non exécuté |
| SENA | Chooz | 05.12.1967 | LEU / 50 env. | 1972, 1973 |
| Argentina Nat. AEC | RA1, RA2 | 05.12.1967 | HEU | non exécuté |
| CEA | Divers | 29.02.1968 | | résilié sans pénalité |
| EIR | Diorit (2) | 15.10.1968 | U nat / 7 | |
| Belgonucléaire | déchets | 15.10.1968 | "scraps" | |
| BKW (FMB) | Mühleberg | 16.10.1969 | LEU / 87,5 (1975-1982) | non exécuté |
| CEA | EL4, RAPSODIE | 16.12.1969 | | 1974 |
| | Lingen | 17.03.1970 | | non exécuté |
| SNA | Lucens | 07.10.1970 | U nat / 6t | 1971 |
| | SEP | 07.10.1970 | 8 t | 1971, 1974 |
| STEAG | Stade | 24.03.1971 | 15 t env. | |
| GKSS | Otto Hahn | 27.06.1972 | | 1974 |
| EIR | Diorit (3) | 27.06.1972 | | sous-contrat CEA |

25 Les combustibles actuellement traités à La Hague ont des taux de combustion de l'ordre de 33 000 MWj/t et devraient monter aux alentours de 40 000, les électriciens ayant tendance, pour des raisons économiques évidentes, à accroître le temps de séjour des combustibles dans les réacteurs.

26 D'après les RAE, complétés par les archives du Conseil d'administration.

Le tableau 60 présente par pays les réacteurs de recherche et de puissance existants, les réacteurs dont les combustibles ont été retraités par Eurochemic étant figurés en caractères gras.

L'établissement de ce tableau a nécessité la construction d'une base de données sur les réacteurs de recherche ou les réacteurs de puissance ayant été en service entre 1960 et 1971 dans les pays ayant participé à Eurochemic[27].

Pour s'en tenir aux résultats d'ensemble[28], sur 39 réacteurs de recherche existant dans les treize pays, 24 ont vu leurs combustibles retraités dans Eurochemic, soit 61,5%. En ce qui concerne les réacteurs de puissance, 12 des 26 réacteurs en service, soit 46%, ont eu au moins une de leurs charges retraitée dans l'usine. Eurochemic a donc retraité en tout 36 réacteurs européens sur un total de 65, soit un peu plus de 55%, auxquels il faut rajouter des combustibles provenant par l'intermédiaire des Français de deux réacteurs canadiens, NPD et DP.

Le retraitement à Eurochemic était donc très représentatif de la diversité des solutions techniques explorées dans la technologie des réacteurs dans les années cinquante et soixante.

Le second problème qui se pose pour établir un bilan technique est de savoir dans quelle mesure Eurochemic a su bien retraiter. Une des réponses à cette question réside dans l'analyse des incidents et dans un bilan du retour d'expérience. Comme toute entreprise expérimentant des procédés nouveaux sur des combustibles de composition et de formes variées[29], Eurochemic a connu des problèmes techniques. Il faut les examiner plus avant et se demander dans quelle mesure elle a su les résoudre.

### *Incidents, analyse d'incidents et système de retour d'expérience à Eurochemic*

#### *Les incidents à Eurochemic et dans les usines de retraitement. Quelques définitions et points de repères*

##### La définition «maison» des incidents

A Eurochemic, un incident fait l'objet d'une analyse lorsqu'il y a «risque accru inhabituel d'irradiation, de contamination ou de dommage aux agents ou aux biens»[30]. Ainsi en 1967 eurent lieu 66 cas de contamination externe affectant 79 employés. Deux furent considérés comme des incidents. La définition donnée laisse une certaine place à l'appréciation subjective[31].

##### Eurochemic et l'échelle internationale des événements nucléaires (INES)

La notion d'incident à Eurochemic n'a rien à voir avec celle retenue pour ce terme dans l'échelle internationale de gravité des accidents et incidents applicable à l'ensemble des installations nucléaires, dite

---

27 Cette base a été établie à partir des données élaborées par l'AEEN/OCDE, RAEEN n°3 (1961), pp. 217-246, RAEEN n°8 (1966), pp.111-125 [1966 est la dernière année où figurent sur les listes les réacteurs de recherche; les listes et statistiques ne prennent donc pas en compte les réacteurs de recherche mis en service entre 1967 et 1971], RAEEN n°12 (1970), non paginé, dernière page du rapport [cette liste ne comprend que les réacteurs de puissance et réacteurs prototypes], RAEEN n°13 (1971), non paginé, dernière page du rapport. Les rapports suivants qui émanent de l'AEN ne comportent plus de liste de réacteurs.

Seuls les réacteurs en fonctionnement entre 1960 et 1971 ont été retenus. Les catégories de classement retenues sont celles des sources.

Pour plus d'informations sur les réacteurs dont les combustibles furent retraités par Eurochemic, voir en annexe du chapitre des fiches d'identité des réacteurs, pour la constitution desquelles d'autres sources ont été utilisées, notamment les RAE et deux listes publiées dans la revue *Die Atomwirtschaft*, qui apportaient des éléments complémentaires sur certains réacteurs: AtW(1962), pp. 435-436 qui, pour les pays membres de FORATOM, précisait les constructeurs et fournisseurs des réacteurs, et AtW(1969), p.83 qui détaille pour 1969 les types de combustibles et leurs fabricants.

28 Des commentaires sur les usages nationaux des possibilités de retraitement à Eurochemic feraient apparaître des comportements fort divers.

29 Première et unique expérience industrielle pour ZIRFLEX et SULFEX.

30 RAE 1967, p.22.

31 A titre illustratif mais non comparatif, du fait des différences dans l'élaboration, l'usine allemande de WAK publia annuellement, de 1986 à 1989, dans la revue *Atomwirtschaft*, une liste des «événements particuliers» ("besondere Vorkommnisse") survenus dans l'usine, classés suivant une échelle à quatre niveaux propre à la législation allemande, fondée sur des critères clairement mesurables. Par exemple les résultats pour 1989 sont présentés dans AtW(1991),p. 251-252. Cette année-là l'usine connut 45 événements, dont 39 classés au plus bas niveau, le niveau IV, et 6 de niveau III.

**Tableau 60. Réacteurs de recherche et de puissance existants en Europe et réactors dont le combustible a été retraité par Eurochemic (ces derniers en italic)**

| Pays | Réacteurs de recherche[32] | Réacteurs de puissance[33] |
|---|---|---|
| Allemagne | *FRM* | Obrigheim |
| | *FRG1* | *Otto Hahn* |
| | FRG2 | *VAK* |
| | *FR2* | *KRB* |
| | *FRJ1* | Lingen |
| | *FRJ2* | MZFR |
| Autriche | *Astra* | |
| Belgique | BR1 | *BR3*[34] |
| | BR2 | |
| Danemark | DR2 | |
| | DR3 | |
| Espagne | JEN1 | José Cabrera |
| | | Santa Maria de Garona |
| France | *Cabri* | *SENA*[35] |
| | *EL1* | G1 |
| | *EL2* | G2 |
| | *EL3* | G3[36] |
| | Mélusine | *EdF1* |
| | Néreïde | *EdF2* |
| | *Osiris* | *EdF3* |
| | PAT | St-Laurent 1 |
| | *Pegase* | EL4 |
| | *Rapsodie* | |
| | *Siloe* | |
| | *Triton I* | |
| Italie | Ispra1 | *E.Fermi/Trino* |
| | Essor[37] | Garigliano |
| | Avogadro | Latina |
| | RTS1 | |
| Norvège | JEEP2 | |
| | *Halden*[38] | |
| Pays-Bas | *Athene* | *SEP* |
| | *HFR*[39] | |
| | HOR | |
| Portugal | RPI | |
| Suède | R1 | Oskarsham |
| | *R2* | *R3* |
| Suisse | *Saphir* | Beznau |
| | *Diorit* | *Lucens* |
| Turquie | TR1 | |

[32] N'ont été retenus que les réacteurs de recherche d'une puissance égale ou supérieure à 1 MWe, sauf EL1, Cabri et HOR.

[33] En service en 1971 sauf Lucens, définitivement fermée en 1969 à la suite d'un accident.

[34] Euratom.

[35] Entreprise commune franco-belge établie sur le territoire français.

[36] Réacteurs militaires fournisseurs d'UP1 Marcoule.

[37] Euratom.

[38] Entreprise commune de l'OCDE.

[39] Euratom.

échelle internationale des événements nucléaires (INES), dont l'adoption a été conjointement recommandée en avril 1992 par l'AIEA et l'AEN/OCDE. Elle comporte 8 degrés numérotés de 0 à 7 par gravité croissante, appelés aussi écart, anomalie, incident, incident grave, accident sans risque important hors du site, accident avec risque hors du site, accident majeur, dont les définitions et des exemples sont présentés dans le Tableau 61.

Tableau 61. **Les huit degrés de l'échelle des incidents de l'INES**

| Niveau | Nom | Critère | Exemple |
|---|---|---|---|
| 0 | Ecart | Sans importance pour la sûreté | |
| 1 | Anomalie | Sortant du régime de fonctionnement autorisé | |
| 2 | Incident | Une défaillance importante mais sans crainte de défaillance supplémentaire ; entraînant une dose supérieure à la limite tolérée ou la présence de quantités significatives de radioactivité à l'intérieur de l'établissement | |
| 3 | Incident grave | Rejet à l'extérieur de l'établissement supérieur aux limites autorisées et, sur le site, doses suffisantes pour affecter la santé des travailleurs ou une grave contamination ; peut, en cas de défaillance supplémentaire, conduire à des accidents | |
| 4 | Accident n'entraînant pas de risque important hors du site | Rejet à l'extérieur limité n'imposant des mesures de protection que pour le contrôle des aliments locaux. Endommagement important de l'installation nucléaire. Irradiation d'un ou de plusieurs travailleurs rendant probable un décès précoce | Windscale 1973 (retraitement) ; Saint-Laurent 1980 (réacteur) |
| 5 | Accident entraînant un risque hors du site | Rejet à l'extérieur de matières radioactives nécessitant des contre-mesures pour limiter les effets graves sur la santé. Endommagement grave de l'installation nucléaire avec relâchement de grandes quantités de radioactivité dans l'installation | Windscale 7 octobre 1957 (réacteur), Three Mile Island 28 mars 1979 (réacteur) |
| 6 | Accident grave | Rejet à l'extérieur de matières radioactives, nécessitant l'évacuation de populations pour limiter les effets graves sur la santé | Kychtym 29 septembre 1957 (explosion de déchets) |
| 7 | Accident majeur | Rejet de grandes quantités de matières radioactives, effets aigus sur la santé des populations avoisinantes et contamination d'une vaste zone (plusieurs pays), avec conséquences à long terme sur l'environnement | Chernobyl 26 avril 1986 (réacteur) |

Si l'on utilise l'INES, tous les incidents par Eurochemic durant la période de retraitement ont été de niveau 0,1 ou 2. A cet égard, l'usine fut plus sûre que de nombreuses autres usines de retraitement. Il est vrai qu'elle ne fonctionna pas longtemps.

Quelques «événements» survenus dans d'autres usines de retraitement

A titre d'exemple on peut citer quelques «événements» ayant affecté diverses usines de retraitement qui sont analysés dans un remarquable ouvrage publié par l'AEN/OCDE sur la sûreté du cycle du combustible[40]. Ces événements sont classés en quatre catégories, des incidents de criticité (I), des incendies, explosions ou réactions exothermiques (II), des fuites de matières radioactives et des contaminations (III), enfin des pertes d'alimentation électrique (IV).

Le tableau 62 en constitue à la fois une sélection réduite aux installations de retraitement et un résumé et les présente par grands types classés par ordre chronologique.

Par rapport aux catégories d'incidents relatés ci-dessus, Eurochemic n'a connu ni incident de criticité, ni pertes d'alimentation électrique. Elle a connu quelques incendies ou réactions exothermiques limitées. Mais elle a été largement affectée par des problèmes de fuites et de contamination, tout en restant toujours à l'intérieur des catégories 0 à 2 de l'INES.

[40] AEN/OCDE (1993a), pp. 214-235.

Tableau 62. **Grands types d'incidents ayant affecté des usines de retraitement depuis 1959**

| Type | Usine et lieu | Date | Analyse de l'événement |
|---|---|---|---|
| Incident de criticité (I) | ICRP[41], cuves de déchets | 16 octobre 1959 | Excursion critique d'uranium lors du transfert de solutions de réservoirs sous-critiques vers des cuves d'effluents. Deux personnes gravement irradiées.<br>Erreur de manipulation (siphonnage intempestif). |
| I | ICRP, cellules de retraitement | 25 janvier 1961 | Un bullage d'air utilisé pour déboucher une tuyauterie a fait passer 40 l de solution à l'uranium 235 d'un évaporateur sous-critique à un tube de décharge de vapeur qui n'était pas géométriquement sûr. Pas de victimes car eut lieu dans une cellule blindée.<br>Erreur d'intervention, mauvaise appréciation de ses conséquences. |
| I | Usine RECUPLEX (installation annexe de récupération du Pu) Hanford, | 7 avril 1962 | Débordement du liquide d'un puisard aspiré par une conduite provisoire dans une cuve lors d'opérations de décontamination. Excursion de plutonium. Pas de victime.<br>Absence d'identification du liquide, conséquence non prévue d'une opération d'intervention. |
| I | Windscale installation de récupération du Pu à partir de déchets | 24 août 1970 | Excursion de plutonium lors du transfert d'une solution d'une cuve de traitement vers un pot de dosage via un pot de transfert (incident dans le pot de transfert).<br>Lié à la présence conjointe d'une phase aqueuse et d'une phase solvant (cette dernière inattendue et toujours inexpliquée à ce jour). |
| I | ICRP, premier cycle d'extrac-tion par solvant | 17 octobre 1978 | Lors de la récupération d'U à partir de solutions contenant de l'uranium fortement enrichi, la baisse de la concentration de la solution de nitrate d'Al a fait monter la concentration d'U au pied d'une colonne. Pas de victime car a eu lieu dans une cellule blindée. Défaillance de conduite de l'usine (erreur de direction, carence des contrôles administratifs et dégradation de l'instrumentation d'alarme). |
| Incendie et réactions exothermiques (II) | Kychtym cuve de stockage d'effluents de haute activité | 29 septembre 1957 | Interruption accidentelle du dispositif de refroidissement d'une cuve contenant une solution de $HNO_3$ et d'acétate fortement radioactive, issue du retraitement militaire depuis 1949. Explosion à la suite de l'augmentation de température entraînant le rejet de 2 millions de Ci [pour mémoire; Chernobyl, 20 M Ci rejetés] sur 100 à 300 km de long et 8 à 9 km de large. La zone centrale contaminée était de 1120 $km^2$.<br>Cause: panne mécanique, défaillance (ou absence?) d'alarmes de dysfonctionnement, composition spéciale de la solution (pas d'équivalent PUREX). |
| II. | Hanford, installation de traitement du Pu de l'usine REDOX | 6 novembre 1963 | Incendie dans le bâtiment du soufre. Origine: inflammation des résines échangeuses d'ions au bichromate chargées de Pu au niveau d'un contacteur. Les résines s'étaient dégradées et oxydées très rapidement, ce qui abaissa leur niveau d'inflammabilité. L'incident fut amplifié par une erreur d'appréciation quant aux moyens de lutte contre l'incendie (application stricte des instructions interdisant l'emploi d'eau, alors que l'eau aurait permis de venir à bout en 5 mn.) Pas de blessés. |
| II. | Windscale bâtiment de tête B-204 pour les combustibles oxydes (mis en service en 1969) | 26 septembre 1973 | Dégagement de gaz radioactif dans la zone de travail au démarrage d'une campagne. 35 personnes contaminées essentiellement au ruthénium 106.<br>Cause :une réaction exothermique dans une cuve d'alimentation, entre des produits de fission contenant de grandes quantités de Ru, des fines de zirconium et du BUTEX acidifié. Entraîne la décomposition du BUTEX et peut-être l'inflammation du Zr. Emission de gaz radioactifs dans la zone de travail et, dans une mesure moindre, par la cheminée à l'extérieur (10 Ci de Ru-106).<br>Causes : mauvaise connaissance des interactions BUTEX-produits de fission-fines de dissolution, insuffisance des dispositifs d'étanchéité (au niveau des traversées d'instrumentation par exemple) et du système de ventilation et de filtrage des gaz, insuffisance des dispositions d'urgence (incident non prévu).<br>Fermeture définitive de l'atelier de tête. |

**(voir pages suivantes)**

41 ICRP: Idaho Chemical Reprocessing Plant, nouveau nom de l'ICPP.

(suite de la page précédente)

| Type | Usine et lieu | Date | Analyse de l'événement |
|---|---|---|---|
| II | Savannah River, unité de conversion du nitrate d'uranyle en oxyde d'uranium solide | 12 février 1975 | Décomposition thermique d'un mélange TBP-nitrate d'uranyle ajouté accidentellement dans un dénitreur. Emission de $NO_2$ et de gaz combustibles provenant de la décomposition du TBP. Explosion entraînant l'éjection d'une grande partie du contenu du dénitreur et incendie. Deux blessés légers. Réparations permettant la reprise d'exploitation en août.<br>Causes: erreur humaine. Procédure de chauffage plus lente que d'habitude entraînant probablement un dégagement abondant et rapide de gaz. Insuffisance des analyses des composants |
| II | Savannah River, unité de concentration des solutions de nitrate d'uranyle | 12 janvier 1983 ou 1993 ? [42] | Explosion d'un évaporateur intermédiaire lors de la concentration du quatrième et dernier lot de solution de nitrate d'uranyle à réduire. Deux blessés légers. Alors que les trois lots étaient de 1900 litres, il s'agissait de traiter un «talon» de 265 litres. Il fallut ajouter 600 litres de matières déjà évaporées en solution dans de l'eau pour obtenir la charge minimale de l'évaporateur.<br>L'explosion était liée à la conjonction de plusieurs facteurs : mauvais état du matériel et erreur de conduite, enregistreur de température cassé, d'où une conduite de l'appareillage au jugé, par analogie avec les trois lots précédents, entraînant une concentration excessive de la solution, bouchage partiel d'un plateau de bullage occasionnant une augmentation de la pression, composition anormale de la solution, présence de TBP dans la solution aqueuse de nitrate d'uranium. |
| | Tomsk [43], cuve d'ajustage des solutions U, Pu, PF | 6 avril 1993, 12h48 | Explosion d'une cuve de 35 $m^3$ contenant 25 $m^3$ d'un mélange de 8,773 t d'U, 320 g de Pu ainsi que du césium 137, du niobium 95, ruthénium 103 et 106, strontium 90 et zirconium 95 (en tout 22,4 Ci d'émetteurs alpha et 536, 9 Ci d'émetteurs bêta)<br>Lors d'un ajustage de la solution par ajout d'acide nitrique, qui ne fut pas conduite suivant les règles – acide trop concentré, débit trop élevé, système d'agitation de la cuve pas mis en mouvement – la pression augmenta brusquement et fit exploser une première cuve, puis une seconde. Relâchement de 7,5% du contenu de la cuve, Rejet hors du bâtiment de 1,4 Ci de rayonnement alpha et 40 Ci d'émetteurs bêta, contaminant une surface de l'ordre de 200 $km^2$. |
| Fuites de matières radioactives et contaminations (III) | La Hague, unité de traitement des eaux de la piscine | 2 septembre 1977 | Débordement d'une cuve lors d'une intervention de décolmatage d'un filtre, dû à la mauvaise fermeture d'une vanne. Forte contamination du sol. |
| III | La Hague, atelier de conditionnement et de stockage du Pu | 26 novembre 1977 | Contamination de l'air du local à la suite de l'augmentation de pression et même de la surpressurisation temporaire de deux boîtes à gants jumelles utilisées pour le conditionnement du dioxyde de plutonium (normalement en dépression).<br>Cause : incident matériel, par désolidarisation du soufflet d'une pince de manipulateur de l'anneau de passage du manipulateur d'une des deux boîtes et insuffisance de la vitesse de réaction du système de régulation de la pression. |
| III | La Hague, bâtiment HAO, système de prélèvement des échantillons d'une cuve de procédé de haute activité | 3 février 1978 | Un air-lift laissé accidentellement en marche alors que son extrémité inférieure ne baignait plus dans le liquide de fond de cuve a transféré dans le circuit des gaz des aérosols radioactifs.<br>Erreur de conception et/ou de construction (il doit y avoir toujours un volume mort de liquide au fond d'une cuve pour qu'y trempe l'extrémité de l'air lift), combinée à un manque de coordination entre les équipes de laboratoire et le personnel d'exploitation. |

(voir pages suivantes)

[42] La source indique 1953. C'est une erreur pour deux raisons: en 1953 Savannah River n'était pas encore en fonctionnement actif, l'incident est placé chronologiquement entre le précédent incident de Savannah et celui de Tomsk. Deux dates sont possibles car elles se situent dans l'intervalle entre février 1975 et avril 1993.

[43] Voir aussi *Le Monde*, 13 mai 1993, p.10, qui envoie à une étude de l'IPSN présentée au CSSIN.

(suite de la page précédente)

| Type | Usine et lieu | Date | Analyse de l'événement |
|---|---|---|---|
| III | La Hague, bâtiment HAO, conduite d'effluents liquides en provenance de l'atelier de dégainage chimique | 10 mai 1978 | Fuite au niveau de vannes blindées dont les brides étaient desserrées. Panne de l'alarme reliée à la sonde des effluents. 2 $m^3$ de liquide se répandent sur le sol de la cellule, ce qui déclenche l'alarme. |
| III. | Sellafield, silo B 38 et bâtiment B 701 | 15 mars 1979 | Découverte de produits de fission dans le sous-sol lors d'une étude hydrogéologique consécutive à la découverte d'une fuite de cuve dans un silo. Met en évidence d'autres fuites anciennes ayant entraîné la contamination du sol situé sous le bâtiment (100 000 Ci sur quelques années), mais en profondeur. |
| III. | Sellafield, rejet accidentel en mer de solutions radioactives de rinçage et de décontamination | 10 novembre 1983 | Le contenu d'une cuve contenant des solutions de lavage provenant de la campagne annuelle d'entretien de l'usine de retraitement B205 fut partiellement et accidentellement rejeté par la conduite de transfert dans la mer pendant 3 heures et demi, jusqu'à une alarme déclenchée par les détecteurs de rayonnement gamma situés sur la conduite.<br>Une partie des rejets contenant des solvants fut déposée sur la plage. (1600 Ci rejetés en mer, dont 1214 Ci de Ru-106). Les matières organiques sèches accumulées sur la plage avaient un niveau maximum de radiation de 270 mSv/h, l'accès aux plages fut interdit.<br>Cause : mauvaise communication entre les équipes d'analyse de la cuve, qui avaient mis en évidence son hétérogénéité, et celles responsables du rejet, qui supposaient que le contenu était homogène, un prélèvement fait au fond de la cuve ayant montré une composition permettant le rejet, et n'a en conséquence pas envisagé de laisser dans la cuve le solvant surnageant ni les crasses d'interface fortement radioactives. |
| Perte d'alimentation électrique | La Hague | 15 avril 1980 | Un incendie consécutif à un court-circuit dans un câble électrique détruisit la salle de conduite de la distribution électrique du site, deux transformateurs et les tableaux de bord des alimentations électriques de secours des quatre groupes diesel fixes de l'usine. Celle-ci fut totalement privée d'électricité pendant une demi-heure. Le plan de secours interne permit de relier à des groupes diesel mobiles de réserve les parties les plus sensibles de l'installation, i.e. le stockage des produits de fission, conditionnement de l'oxyde de plutonium. L'arrêt du système de ventilation entraîna l'évacuation préventive des zones contrôlées (alarme par réseau téléphonique interne alimenté par batteries). Incendie maîtrisé en deux heures, raccordement spécial au réseau EdF le jour même. Reprise de l'exploitation le 22 avril. |

***La mémoire des incidents à Eurochemic: la Division Santé-Sécurité (HSD), le système de suivi des incidents (Incidents Reporting System ou IRS) et les demandes de modification de procédure (Internal Project Application ou IPA)*** [44]

**Le rôle de la Division de santé-sécurité et de la Sous-commission santé-sécurité**

Le système de surveillance, de prévention et de gestion des incidents à Eurochemic pendant la période de retraitement était du ressort de la Division santé-sécurité.

La nature de l'activité de l'entreprise et son caractère expérimental rendaient fortement possibles des incidents ou des accidents et des mesures particulières furent prises pour les limiter au minimum et pour les gérer le mieux possible s'ils devaient intervenir.

Ce souci de prévention et de traitement se traduisit par la place particulière de la HSD et par la mise en œuvre, dès les débuts du retraitement, d'une sous-commission de Santé et Sécurité. Présidée par le Directeur général, celle-ci se réunissait tous les vendredi après-midi. On y discutait les événements de la semaine, évaluait les améliorations à apporter, analysait et décidait des IPA, établissait les rapports d'incidents et définissait la stratégie correctrice.

[44] Témoignage écrit de R. Rometsch et W. Hunzinger, renvoyant à des Archives Belgoprocess. Entretien avec Maurits Demonie.

Le système de suivi des incidents (IRS)

La nature expérimentale de l'activité rendait des incidents probables et nécessitait un suivi étroit en vue d'en assurer la connaissance et partant la correction. En cas de rejets extérieurs, il était de la première importance d'en aviser les autorités belges, suivant la loi et l'autorisation d'exploitation. L'entreprise disposait ainsi d'une mémoire des incidents, qui fit l'objet en 1986 d'une collation synthétique non publiée couvrant les années 1965-1979 [45], qui est ci-après largement exploitée.

Les demandes de modification de procédure (IPA)

Les IPA (Internal Project Applications) permettaient de traduire l'analyse des incidents en modification des procédures inscrites dans le Manuel d'Exploitation (Operation Manual). Les IPA avaient deux sources : la pratique opérationnelle qui conduisait à suggérer des modifications et les modifications techniques qui suivaient la mise en évidence des problèmes.

Tout changement devait ainsi être expliqué dans un IPA qui, avant d'être adjoint au Manuel d'Exploitation, passait par plusieurs niveaux de vérification ; son application ne devenait possible qu'après que l'IPA eut été visé ou modifié par les responsables de l'usine ou du laboratoire d'abord, puis de la HSD. L'abondance des IPA en 1971 et 1972 est directement liée aux retours d'expériences consécutifs aux travaux d'amélioration de la grande pause de 1970-1971 ainsi qu'au rythme accéléré des campagnes.

Tableau 63. **Fréquence des IPA de 1969 à 1974** [46]

| Année | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre d'IPA | 43 | 37 | 56 | 44 | 21 | 16 |

*Le système en action – L'exemple de la fuite de l'évaporateur du second cycle du plutonium en mai 1968 et la prévention d'un accident de criticité*

Lors de la 11e session de la sous-commission santé-sécurité qui eut lieu en mai 1968 fut évoquée en priorité la question du contrôle de concentration dans l'évaporateur de plutonium. Le Directeur technique Emile Detilleux expliqua que les résultats des calculs hebdomadaires des quantités de plutonium entrant et sortant dans la cellule faisaient apparaître un déficit inexplicable, car très au delà du pourcentage habituel de pertes, de près de 3 kg. L'IPA proposait un nouveau contrôle. Une inspection par homme-grenouille fut décidée et exécutée sur le champ. L'homme-grenouille, J.N.C. Van Geel[47], informa la sous-commission que l'évaporateur de plutonium fuyait et qu'une croûte solide de nitrate de plutonium s'était formée «comme un essaim d'abeilles» le long d'un des pieds de l'évaporateur et qu'une autre quantité de nitrate de plutonium s'était accumulée «comme de la bouse de vache» sur le sol de la cellule. Envoyé à nouveau dans la cellule, J.N.C.Van Geel s'assura que les deux masses de nitrate ne pourraient pas se rejoindre en les séparant par une lèchefrite. La réunion fut interrompue pour reprendre à 22 heures.

Dans l'intervalle les spécialistes de criticité se réunirent pour examiner la probabilité d'occurrence d'un accident, compte-tenu des quantités de plutonium en jeu. Leur réponse fut qu'aucun accident de criticité et aucune contamination supplémentaire n'étaient à craindre dans la mesure où toute opération avait cessé dans la cellule et où la cellule était hermétiquement close. La séance de la Sous-commission fut donc levée.

La semaine suivante fut mise sur pied l'opération de nettoyage, en coopération étroite avec la HSD. L'équipe spécialisée de l'Hôpital universitaire de Louvain avait été mise en état d'alerte. Un technicien en scaphandre, Maurits Demonie, récupéra le nitrate dans des boîtes métalliques, qui étaient décontaminées à l'extérieur de la cellule et hermétiquement fermées par des opérateurs se tenant dans un sas hermétique temporaire. Des tests biologiques furent faits fréquemment, sans révéler d'incorporation de plutonium par aucun membre de l'équipe[48]. Le système de suivi des incidents permet d'établir une géographie, une typologie et une analyse causale statistiques des incidents.

---

45 VIEFERS W. (1986) et (s.d.). Les deux études furent approuvées par le Directeur adjoint d'Eurochemic Eschrich et étaient destinées à publication en ETR. Elles ne furent cependant pas intégrées dans le programme de publication qui se poursuivit jusqu'en 1990.

46 Source: RAE 1966-1974. Ils ne sont comptabilisés qu'à partir de 1969.

47 Le terme d' «homme-grenouille» ou de "Scaphander man", désigne un opérateur équipé pour pénétrer dans une cellule active et donc totalement isolé du milieu radioactif. J.N.C. Van Geel venait de soutenir sa thèse en janvier 1968 devant l'université de Delft, *Recovery of pure plutonium*, fondée sur ses travaux à Eurochemic. Il est aujourd'hui Directeur de l'Institut des transuraniens de Karlsruhe.

48 Des procédures et des précautions similaires furent prises lors du remplacement de l'évaporateur qui fut effectué après une décontamination poussée de la cellule et des appareils qu'elle contenait.

*Les incidents à Eurochemic*

Quatre-vingt dix neuf incidents ont été enregistrés pendant la période du retraitement à Eurochemic. Le tableau 64 en donne la fréquence annuelle et compare les incidents aux accidents conventionnels (i.e. sans aspect nucléaire) intervenus sur le site[49]. La période d'apprentissage fut la plus génératrice d'incidents, 51 sur 99 de 1966 à 1969, contre 38 pour la période «industrielle» de 1971 à 1974. L'arrêt de l'usine entre mai 1970 et février 1971 s'accompagne d'une nette baisse des incidents, mais d'un saut des accidents conventionnels.

Tableau 64. **Statistique des accidents et incidents enregistrés pendant la période du retraitement à Eurochemic**

| Année | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Incidents | 4 | 2 | 12 | 14 | 23 | 6 | 7 | 17 | 12 | 2 | 99 |
| Accidents conventionnels | n.c. | n.c. | 27 | 20 | 19 | 32 | 17 | 11 | 8 | 6 | 140 |
| Total | n.c. | n.c. | 39 | 34 | 42 | 38 | 24 | 28 | 20 | 8 | 239 |
| % Incidents/accidents | s.o. | s.o. | 44,4 | 70,0 | 121 | 18,7 | 41,1 | 154 | 150 | 33,3 | 66,4 |

*Géographie des incidents* [50]

La répartition par site concerne les 99 incidents répertoriés entre 1965 et janvier 1975. Elle met en évidence les lieux à risque de l'entreprise.

Tableau 65. **Géographie des incidents à Eurochemic**

| Lieu | Nombre | % |
|---|---|---|
| Purification finale du Pu | 25 | 25,3 |
| Traitement des effluents de faible activité | 12 | 12,1 |
| Réception et stockage du combustible | 11 | 11,1 |
| Premier cycle d'extraction | 8 | 8,1 |
| R&D | 8 | 8,1 |
| Deuxième cycle de l'U | 5 | 5,1 |
| Purification finale de l'U | 5 | 5,1 |
| Concentration des produits de fission et récupération de l'acide | 5 | 5,1 |
| Système de ventilation (vessel and room) | 4 | 4,0 |
| Chargement des dissolveurs | 4 | 4,0 |
| Contrôle analytique du procédé | 4 | 4,0 |
| Stockage intermédiaire des effluents de faible activité | 3 | 3,0 |
| Dégainage et dissolution | 2 | 2,0 |
| Stockage final du Pu | 2 | 2,0 |
| Traitement des off-gaz | 1 | 1,0 |
| Stockage final de l'U | 1 | 1,0 |
| Rework | 1 | 1,0 |
| Traitement des effluents de moyenne activité | 1 | 1,0 |
| Clarification | 0 | 0,0 |
| Récupération du solvant | 0 | 0,0 |
| Stockage des effluents de haute activité | 0 | 0,0 |
| Stockage des déchets solides | 0 | 0,0 |
| Autres [51] | -3 | -3,0 |
| Total des incidents | 99 | 100,0 |

[49] Source; RAE 1967-1974. Les incidents de la période 1965-1966 sont inclus dans VIEFERS W. (1986), mais il n'y a rien dans RAE 3 sur les accidents conventionnels.

[50] VIEFERS W. (1986), p. 16 pour les données brutes.

[51] Il y a une marge d'erreur dans les tableaux, exprimée dans cette ligne, qui est due aux imprécisions de la source, VIEFERS W. (1986). Viefers traite en effet tous les incidents de 1965 à 1979. Les statistiques présentées ici qui ne concernent que la période de retraitement ont nécessité un filtrage chronologique et la mise en relation des localisations, pp. 16-17 avec la description des incidents pp.20 à 70, complétée par une liste chronologique en annexe non paginée. Dans trois cas il a été impossible de relier le lieu et la date. La marge d'erreur dans les localisations est donc au maximum de trois cas, mais la probabilité que tous trois aient affecté le même lieu est faible.

Plus du quart des incidents a donc été dû aux dysfonctionnements de l'unité de purification du plutonium, dont les difficultés constantes ont été évoquées dans les chroniques du retraitement. Deux autres postes regroupent un peu moins du quart des occurrences, le traitement des effluents de faible activité, sujet à des fuites nombreuses, et les opérations de manutention à l'arrivée des combustibles irradiés, dues aux contaminations des châteaux et à des erreurs de manipulation des combustibles lors de leur extraction hors des châteaux.

Ces trois secteurs furent donc à l'origine de près de la moitié des incidents.

En agrégeant ces données et en les regroupant autour des grandes étapes du procédé, il est possible d'avoir une idée des segments du procédé présentant à Eurochemic des risques particuliers.

Tableau 66. **Segments du procédé présentant des risques particuliers**

| Etape du procédé | Nombre | % |
|---|---|---|
| Purification et stockage final du Pu et de l'U | 33 | 33,3 |
| Traitement des effluents et stockage | 16 | 16,2 |
| Tête de procédé | 14 | 14,1 |
| Extractions | 13 | 13,1 |
| Autres (ventilation, contrôle du procédé) | 12 | 12,1 |
| R&D | 8 | 8,1 |
| Autres aspects de la queue de procédé | 6 | 6,1 |
| Non comptabilisés | -3 | -3,0 |

La queue de procédé concentre près de 40% des incidents et le traitement des effluents un sixième. Plus de la moitié des incidents concerne donc la phase consécutive à l'extraction. Des difficultés dans les manipulations du plutonium et de l'uranium à la sortie de l'usine et des fuites dans les effluents semblent avoir été les principaux points faibles de l'usine en matière de risques.

*Cause des incidents* [52]

Tableau 67. **Cause des incidents**

| Nature | Nombre | Pourcentage |
|---|---|---|
| Erreur humaine | 85 | 76,5 |
| *dont :* | | |
| Erreur lors des opérations | 37 | 33,3 |
| Erreur lors des interventions | 6 | 5,4 |
| Autres [53] | 42 | 37,8 |
| Défaut de construction | 15 | 13,5 |
| Inclassable | 11 | 9,9 |

Les incidents ont rarement eu pour cause des défauts de qualité du matériel. Ils furent pour les trois quart dus au «facteur humain», ce qui s'explique par le fait que le retraitement à Eurochemic était très peu automatisé.

Ils furent liés, pour un tiers des cas, à des erreurs de procédure commises lors des opérations. Il est possible que des problèmes linguistiques aient contribué à expliquer ce taux élevé. Les instructions étaient en effet rédigées en anglais. Or les opérateurs étaient en majorité néerlandophones ou très souvent non-anglophones. La compréhension totale des consignes est toujours plus délicate et en tout cas plus lente lorsqu'elle n'est pas exprimée dans la langue maternelle, malgré l'existence d'un anglais de base commun à tous les employés, l' "Eurochemic English". Cette fréquence aurait donc été le prix de l'internationalisation.

Un autre facteur a aussi été la complexité des procédures dans une usine polyvalente, où la conduite de procédé variait très souvent en fonction de la nature du combustible.

---

52 D'après VIEFERS W. (1986). Concerne tous les incidents de 1965 à 1979, soit 111. Un seul type de cause est attribué à chaque incident.

53 Ailleurs que dans l'usine: erreurs de manipulations au laboratoire, dans la station de traitement des effluents, etc.

La relative fréquence des erreurs commises pendant les opérations contraste en revanche avec la rareté des incidents lors des interventions. Il faut y lire les conséquences du soin apporté à l'élaboration des HWP et PREP.

*Typologie des incidents et études de cas* [54]

La prédominance des problèmes de rejets et des fuites ayant entraîné ou non des contaminations est mise en évidence dans le tableau suivant :

Tableau 68. **Typologie des incidents et répartition annuelle**

| Année | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | Total | % total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rejets ou émissions de matières radioactives | 3 | | 1 | 5 | 3 | 1 | 1 | 5 | 5 | | 24 | 24,2 |
| Fuites | | | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 | | 16 | 16,2 |
| Contamination externe des personnes | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | 1 | 14 | 14,1 |
| Contamination d'objets ou de surfaces | | 1 | 2 | 2 | 3 | | | 1 | | | 9 | 9,1 |
| Fausses manœuvres, mélanges de solutions | | | 1 | 1 | 3 | | 1 | 2 | 1 | | 9 | 9,1 |
| Incidents techniques, mauvais fonctionnement | | | | | 4 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 8 | 8,1 |
| Bouchages | 1 | | | | 3 | | | 3 | | | 7 | 7,1 |
| Brûlures ou blessures sans contamination | | | 2 | 2 | 1 | | | 1 | | | 6 | 6,1 |
| Contamination interne des personnes | | | | 2 | 1 | | | | | | 3 | 3,0 |
| Explosion | | | 1 | | | | | | 1 | | 2 | 2,0 |
| Incendie | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1,0 |
| Total | 4 | 2 | 12 | 14 | 23 | 6 | 7 | 17 | 12 | 2 | 99 | 100,0 |

Etudes de cas

Quelques incidents caractéristiques sont décrits et analysés ci-après : fuites d'évaporateurs, ruptures de canalisations, explosion de boîte à gants, contamination interne en tête de procédé.

*Les fuites des évaporateurs, causes de retards dans les campagnes*

Les fuites dans les évaporateurs furent à l'origine de 7 incidents. Deux fuites d'évaporateurs furent découvertes en 1968 dans les premier et second cycles d'extraction de l'uranium. La solution qui suintait par la fuite s'était, dans les deux cas, totalement évaporée, ne laissant qu'un dépôt solide sur la paroi externe de l'appareil. De ce fait aucun liquide n'avait atteint la lèchefrite du fond de la cellule ce qui ne déclencha pas l'alarme dont elle était pourvue pour signaler la présence anormale de liquide. Les appareils furent jugés réparables. L'intervention nécessaire pour effectuer les réparations fut mise à profit pour remplacer également par un système plus fiable les alarmes de l'évaporateur intercycle HEU qui n'avaient pas permis de détecter son bouchage par des cristaux de nitrate d'uranium.

Une nouvelle fuite due à une corrosion locale intervint au cours de la campagne LEU-1969 sur l'évaporateur du cycle de l'uranium ; il fallut se passer de l'évaporateur pendant LEU 69-2.

Trois fuites affectèrent les évaporateurs des cycles uranium et du cycle de purification du plutonium; la première intervint en novembre 1967, la seconde, qui date de mai 1968, a déjà été décrite en détail ci-dessus. Deux nouveaux incidents se produisirent à un mois d'intervalle en mai et juin 1969, contribuant à la décision d'arrêt pour réparations et modifications de l'été 1969. L'un affecta l'évaporateur intercycle d'uranium, l'autre l'évaporateur du premier cycle du plutonium.

Dans les deux cas de 1969, la cause était une corrosion limitée, due à la non-conformité du matériau utilisé pour la fabrication de la pièce endommagée, respectivement un branchement et une pièce permettant le passage d'un tube de chauffage. La non-conformité de ce matériau avec la nuance d'acier inoxydable prescrite, 304 L, avait échappé au contrôle de qualité.

[54] Typologie établie à partir de la liste thématique des incidents répertoriés, VIEFERS W. (1986), annexe non paginée, les thèmes ayant été affinés par la lecture des récits d'incidents, ibidem pp. 22-70. Un seul aspect par incident a été retenu. Le tableau est classé par totaux décroissants.

*Les problèmes des conduites d'effluents conduisirent au seul incident ayant affecté l'extérieur du site*

Les déchets liquides[55] de faible activité, comportant les effluents tièdes (Warm Waste ou WW) et les effluents froids (Cold Waste ou CW), et les condensats – l'eau de condensation de la vapeur utilisée pour le chauffage des solutions de procédé, qui, en fonctionnement normal, n'est pas contaminée – étaient transférés vers la station de traitement des effluents d'Eurochemic par un réseau intérieur, et de là, par des canalisations souterraines, vers celle du CEN, distante de 1600 m, exploitée alors par la Belgonucléaire, où ils étaient décontaminés et contrôlés avant leur rejet dans la rivière voisine.

Les conduites de CW et WW étaient de fabrication identique pour permettre en cas de problème l'usage indifférent de l'une ou de l'autre. Elles étaient formées de deux tubes concentriques en acier ordinaire. Le liquide coulait dans le tube intérieur. Le tube extérieur, qui servait d'enveloppe de protection contre les fuites, était équipé, à sa partie inférieure, de tubes de prélèvement situés à distance régulière pour permettre de détecter et de localiser les fuites éventuelles du tube central. L'espace entre les deux tubes concentriques était rempli d'air maintenu à une pression supérieure à la pression maximale prévue pour les transferts de liquides ; une fuite importante de l'un ou l'autre tube devait faire baisser la pression, déclencher une alarme et arrêter le transfert.

Six incidents affectèrent le système des conduites de faible activité, un en 1965 et en 1969, deux en 1967 et en 1972.

En 1965 la mise en service de la conduite de CW intérieure à l'entreprise entraîna son bouchage, la couche protectrice interne de bitume se détachant par morceaux. Il fallut l'enlever. Mais les principales difficultés provinrent de la conduite de WW.

Cela commença en août 1967 par une corrosion entraînant une fuite. Puis une rupture eut lieu le vendredi 1er décembre 1967. Cette dernière affecta la conduite reliant le Laboratoire de développement industriel à la station de traitement des effluents d'Eurochemic. Cette conduite servait à envoyer par lots de 5 $m^3$ les WW générés par le laboratoire, qui représentaient un volume de l'ordre de 1000 $m^3$ par an. Le transfert était contrôlé par des détecteurs de niveau dans le réservoir de réception de 5 $m^3$. Un geyser fut observé, indiquant la rupture de l'une des canalisations. Le transfert fut immédiatement stoppé, et 5 $m^3$ de sol furent très légèrement contaminés. L'activité totale des produits ainsi libérés était au maximum de 100 µCi.

En septembre 1969 intervint une autre fuite sur la canalisation vers le CEN, et le 2 février ainsi que le 1er mai 1972 s'en produisirent deux nouvelles. La première affecta la conduite d'effluents tièdes et entraîna des réparations et une inversion de l'utilisation des conduites, ces derniers empruntant la conduite initialement affectée aux effluents froids. Ce changement de destination accéléra la dégradation de la conduite de remplacement et entraîna la fuite du mois de mai, qui affecta une portion du terrain du CEN située entre la route et le canal.

Cet incident causa le déversement d'un maximum de 15 $m^3$ d'effluents tièdes contenant 0,5 Ci d'un mélange de produits de fission. La couche de sol sableux et la partie du béton de la route qui étaient contaminées furent enlevées et mises dans 600 fûts de 200 l.

Une tache de contamination estimée à 0,1 Ci fut repérée sur la berge du canal ce qui entraîna des restrictions de pêche et de canotage et conduisit à l'installation, à proximité du point de passage des conduites, d'un système de contrôle permanent de l'eau du canal[56].

Les deux conduites furent alors mises hors service, et le transfert des effluents se fit à l'aide d'un camion semi-remorque équipé d'une citerne de 24 $m^3$ qui faisait deux fois par jour la navette entre le site d'Eurochemic et celui du CEN.

La reconstruction complète de la conduite commença en novembre 1972 et la nouvelle canalisation fut mise en fonction en 1973. Celle-ci, en acier inoxydable, était placée dans une enveloppe de protection constituée d'un tube en acier ordinaire protégé extérieurement par une couche de bitume. Elle disposait d'un système de détection amélioré. Ce fut la fin des problèmes de fuites de canalisation, qui étaient dus à la qualité insuffisante d'une portion d' installation jugée secondaire.

*Une explosion de boîtes à gants – Par chance un incident sans gravité*

Parmi les incidents ayant affecté les laboratoires il convient d'évoquer celui du 12 janvier 1973, l'explosion d'une boîte à gants blindée dans le Laboratoire de haute activité situé dans le laboratoire de recherches. Défaillance technique, elle fut heureusement sans conséquence humaine.

---

[55] Pour la classification des déchets liquides de faible activité, voir les Figures 111 et 112.

[56] Il faut rappeler que le site initialement envisagé pour l'usine se trouvait du même côté du canal que le CEN. Les craintes exprimées par le Comité technique lorsqu'il apprit que le site était de l'autre côté, nécessitant le franchissement par un pont, se révélèrent à cette occasion justifiées.

Durant un travail de routine – la détermination d'une solution standard, alors que l'opérateur pressait le bouton de frein de la centrifugeuse, eut lieu une explosion accompagnée de flammes, qui pulvérisa partiellement la fenêtre frontale et supérieure en plexiglas et pratiqua de grandes ouvertures en direction du couloir d'accès.

La boîte d'extraction fut détruite ainsi que de l'équipement des boîtes adjacentes; une forte contamination, due à la poussière venant de l'intérieur de la boîte, affecta le corridor d'accès. Elle fut cependant légère dans le laboratoire lui-même et le bâtiment ne fut pas affecté. Par chance le personnel ne fut ni blessé ni contaminé.

L'analyse des causes mit en évidence un bouchage des filtres de ventilation, qui n'évacuèrent pas les vapeurs organiques d'hexone et d'acétone qui s'étaient accumulées lors des quatre extractions d'uranium qui avaient été faites antérieurement dans la boîte à gants.

*Une contamination sur la plate-forme de dissolution – Une erreur humaine d'appréciation à la suite d'un problème mécanique*

Un incident lors de la dissolution affecta la plate-forme de service des dissolveurs jouxtant l'espace des piscines le 25 janvier 1968. Elle entraîna l'inhalation de poussières de produits de fission par le personnel durant une intervention sur le panier du second dissolveur.

Le fond amovible du panier insoluble équipant le second dissolveur, destiné aux combustibles enrichis jusqu'à 4,6%, était ouvert en fin d'opération pour permettre de vider les coques de dissolution dans un conteneur à déchets, avant le chargement d'un nouveau lot de combustibles à retraiter. Le 25 janvier le mécanisme d'ouverture du fond du panier se bloqua à cause d'un axe faussé. Le panier fut lavé à l'eau dans la cellule de chargement du second dissolveur, remonté et couvert de feuilles de plastique.

Le problème de blocage parut simple à résoudre et le confinement fut jugé suffisant dans la mesure où le panier était mouillé. L'équipe d'intervention ne portait pas de masque, mais des vêtements plastiques, des bottes, un capuchon et des gants. La méthode envisagée d'abord se révélant inefficace, le contremaître, en simple blouse de laboratoire, prit un marteau et frappa le panier, qui s'ouvrit. Le panier fut donc redescendu dans la cellule de chargement du dissoveur qui fut refermée.

C'est alors que le détecteur de poussières de la zone des piscines donna l'alarme et que le lieu fut évacué. Les vibrations communiquées au panier par les coups avaient provoqué la dispersion dans l'air de poussières fortement contaminées.

La dose d'exposition fut estimée à 72 mSv/h à 5 cm et à 0,6 mSv/h à 2,5 m. Des frottis à l'intérieur du nez furent effectués, indiquant une incorporation possible, et tous les personnels présents furent envoyés à la décontamination. Les analyses d'urine pratiquées furent négatives. On procéda à des comptages de l'activité du corps entier qui se révélèrent supérieurs de moins de 1% au précédent pour 3 personnes. Les deux personnes les plus exposées avaient reçu 2,6 et 1,5 mSv.

Ce dernier incident mobilisa les dispositifs de contrôle de la radioprotection à Eurochemic.

Un bilan concernant l'exposition de personnes à la radioactivité doit être fait. Si, compte tenu du caractère très particulier d'une activité manipulant à la fois des produits hautement radioactifs dissous dans des acides à l'ébullition, des solvants organiques, des hydrocarbures ou d'autres matières inflammables ou corrosives, on peut affirmer que le bilan des incidents à Eurochemic a plutôt été modeste, le bilan radiologique, bien que n'ayant pas outrepassé les limites légales, n'a pas été totalement négligeable, en raison du choix du caractère direct de la maintenance.

Ce bilan a contribué à transformer les conditions de travail dans les usines actuelles[57].

***La radioprotection et les doses reçues pendant l'exploitation de l'usine***

*Le cadre juridique et l'organisation de la radioprotection, les permis pour travail dangereux (HWP) et les permis d'exposition planifiée aux radiations (PREP)* [58]

La radioprotection à Eurochemic se conformait à la règle belge, énoncée dans l'Arrêté royal du 28 février 1963, qui reprenait les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) de 1959 concernant l'exposition des professionnels aux radiations : la dose maximale admissible était depuis 1950 fixée à 50 mSv/an, mais la CIPR avait ajouté une contrainte trimestrielle avec un maximum de

[57] Cf. 5e Partie, chap. premier.

[58] OSIPENCO A. (1980), pp. 442 sq.

30 mSv/trimestre, la dose cumulée ne devant pas dépasser 50(N-18) mSv, N étant l'âge de la personne. Ces normes restèrent inchangées durant toute la durée de l'exploitation de l'usine[59].

Des règles particulières à Eurochemic s'ajoutaient à la réglementation belge. Les travaux occasionnant un risque de radiation externe supplémentaire, de la contamination, ou un risque classique étaient soumis à délivrance d'un permis pour travail dangereux, le Hazardous Work Permit (HWP). Dans ces cas l'intervention était minutieusement préparée par un dossier établi par la Direction technique en liaison avec les responsables de la sécurité.

A partir de 1970, en liaison avec la décontamination et les modifications apportées pendant l'arrêt du retraitement, les procédures d'autorisation pour les travaux les plus dangereux furent rendues plus strictes par la création d'un permis d'exposition planifiée aux radiations, le Planned Radiation Exposure Permit (PREP), qui concernait tout travail dans un lieu entraînant un risque de délivrance d'une dose supérieure à 0,75 mSv/ heure, ou de 2,3 mSv/semaine. La fréquence de délivrance des HWP et des PREP fut importante.

Tableau 69. **La fréquence de délivrance des HWP et des PREP de 1969 à 1974**

| | HWP | PREP (>2,3 mSv/semaine) | dont >5mSv/semaine |
|---|---|---|---|
| 1969 | 1380 | s.o. | |
| 1970 | 1556 | 180 | |
| 1971 | 1593 | 375 | 121 |
| 1972 | 1325 | 425 | 133 |
| 1973 | 1555 | 225 | 23 |
| 1974 | 1187 | 187 | 9 |

La surveillance se faisait par des détecteurs individuels, deux dosimètres thermoluminescents (TLD). Le premier était lu une fois par mois ou au cas où était suspectée une dose anormale. L'autre était lu tous les trimestres, et sommé en fin d'année. En cas de risque d'irradiation neutronique s'ajoutaient des détecteurs spéciaux. De même les travailleurs évoluant dans des zones où il pouvait y avoir de la radioactivité bêta ou gamma portaient un dosimètre à film lu mensuellement. La lecture quotidienne des doses était faite par une chambre d'ionisation de poche à lecture directe[60]. Un dosimètre muni d'une alarme sonore programmable à l'avance était porté lors des interventions dans les cellules.

Les doses délivrées aux extrémités étaient mesurés par des disques, les "Fluorid-teflon discs" (FTD) relevés tous les mois ou immédiatement en cas de doute.

Les résultats des mesures de l'irradiation externe liée à l'usine étaient en règle générale surestimés. la radioactivité de fond n'était pas soustraite. En cas de désaccord entre les dosimètres, la valeur la plus élevée était retenue. Les arrondis des calculs se faisaient par excès.

La contamination interne était évaluée par des prélèvements d'urine sur 24 heures, pratiqués tous les trois à six mois suivant les risques ou immédiatement en cas d'ingestion ou d'inhalation supposée; on recherchait l'uranium, le plutonium ou le strontium.

---

59 En 1977 il était recommandé que la dose moyenne soit inférieure par l'adoption du principe ALARA, "as low as reasonably possible". En 1990 la CIPR préconisait que la dose ne dépasse pas 20mSv/an en moyenne mobile calculée sur 5 ans.

L'intégration de ces recommandations à la législation nationale est en cours, de manière inégale suivant les pays. Source: AEN/OCDE (1993b), p.35 et 44.

Pour fixer les ordres de grandeur, l'irradiation naturelle annuelle moyenne en France est de l'ordre de 2 mSv/an, un examen radioscopique du thorax entraîne une délivrance de dose de l'ordre de 10 mSv. La dose maximale admissible pour les professionnels est donc de 25 fois la radioactivité naturelle, ou équivalente à l'exposition à 5 radioscopies du thorax.

Au-dessus de 500 mSv, soit dix fois la dose maximale admissible pour les professionnels on estime que la fréquence des cancers est augmentée de 1% par Sv, sachant que la fréquence naturelle de décès par cancer est de 24%. Une dose instantanée de 8 Sv est mortelle.

Le problème de l'impact sur la fréquence des taux de cancer des doses inférieures à 500 mSv est l'objet de la controverse dite de «l'effet des faibles doses». Cette polémique est largement due aux difficultés qu'il y a à établir des liens de causalité univoques entre l'exposition à ces doses de radioactivité et le déclenchement d'un cancer, d'une malformation génétique, etc. Le problème constitue un lieu d'affrontement où s'entremêlent des considérations scientifiques, techniques, économiques, idéologiques et politiques.

60 Direct-reading pocket ionization chamber.

Compte tenu de cette organisation, le bilan radiologique global fut le suivant.

*Bilan global de la période de retraitement en terme de doses*

Tableau 70. **Doses collectives annuelles reçues de 1969 à 1974** [61]

| Année | Doses en mSv/an |
|---|---|
| 1969 | 3765 |
| 1970 | 3396 |
| 1971 | 3152 |
| 1972 | 4270 |
| 1973 | 3715 |
| 1974 | 2672 |

Il semble difficile d'établir un lien direct entre la durée des campagnes de retraitement et les doses collectives reçues. Mais le lien est plus évident si l'on considère les quantités de matières fissiles sorties de l'usine, du moins pour l'uranium faiblement enrichi entre 1971 et 1972. L'année 1973, qui fut la plus productive pour cette catégorie de combustible, fut cependant marquée par une baisse des doses collectives reçues.

Tableau 71. **Doses individuelles maximales reçues de 1969 à 1975**

| Année | Dose en mSv | Dépassement du maximum légal (50 mSv/an) |
|---|---|---|
| 1969 | 56 | 6 |
| 1970 | 50,3 | 0,3 |
| 1971 | 78 | 28 |
| 1972 | 76 | 26 |
| 1973 | 105,6 | 55,6 |
| 1974 | 76,5 | 26,5 |
| 1975 | 50,3 | 0,3 |

Les dépassements étaient essentiellement liés aux conséquences d'incidents affectant l'usine, comme le montre la structure de répartition moyenne des doses par catégories de personnel durant l'exploitation.

Doses par catégories de personnel (Figure 110)

La répartition moyenne des doses annuelles reçues par les employés des différents départements de la Direction technique de l'entreprise met en évidence l'importance relative des doses reçues par le personnel d'opération, de protection contre les radiations, de santé-sécurité et de maintenance, qui travaillait directement dans l'usine. Les doses excédant le maximum annuel autorisé concernent en moyenne 4,1% des employés, mais 9% du personnel d'opération. L'équipe de R&D est la moins touchée, probablement en raison de l'expérience des intervenants dans la manipulation des matières fissiles et du fait de la réorientation des objectifs de l'IDL vers des recherches de base sur les déchets, ne nécessitant pas en leurs débuts de manipulations de solutions actives.

Doses moyennes et comparaison avec d'autres entreprises de retraitement contemporaines

Tableau 72. **Doses moyennes reçues par le personnel travaillant dans les zones sous rayonnement de 1969 à 1974**

| Année | Dose moyenne en mSv [62] (dose maximale légale: 50 mSv) |
|---|---|
| 1969 | 14,6 |
| 1970 | 12,7 |
| 1971 | 11,8 |
| 1972 | 18,2 |
| 1973 | 16,5 |
| 1974 | 14,3 |

[61] Source: RAE.

[62] Données établies à partir des RAE. DETILLEUX E. (1978), p. 185 indique 18,6 mSv pour 1972 et 14,5 mSv pour 1974.

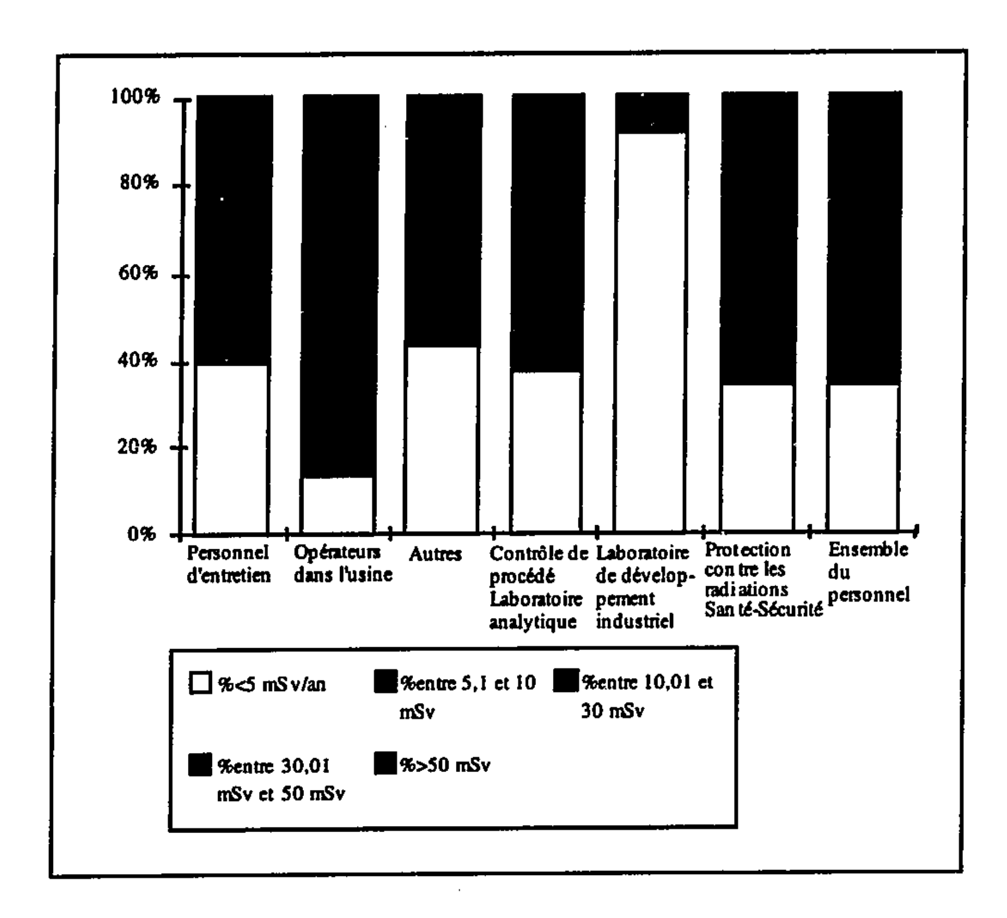



**Figure 110.** Structure de la répartition moyenne des doses annuelles par catégorie de personnel, de 1969 à 1974

Il importe d'établir dans quelle mesure les doses reçues à Eurochemic sont comparables à celles d'autres usines de retraitement. Apporter une réponse est difficile, car la documentation est lacunaire et les bases d'établissement des doses moyennes ne sont pas toujours clairement précisées. La tableau suivant tente une synthèse, mais les notes infrapaginales précisent les incertitudes.

Le tableau 73 retrace l'évolution des doses moyennes dans quelques usines de retraitement civiles[63] entre 1967 et 1992 : il s'agit d'Eurochemic[64], de WAK[65], de Tokaï Mura (TRP)[66], d'UP2 et UP3 La Hague[67], de Windscale[68] et de West Valley (NFS)[69]. Les dates figurant entre parenthèses précisent les périodes de retraitement. L'absence de données est marquée par le sigle n.c. Une représentation graphique de ces données est faite, sauf pour NFS, a la 5[e] Partie, chapitre premier.

---

63 Une demande faite auprès de l'établissement de Marcoule est restée sans réponse. Les documents existants sur Marcoule ne précisent pas de quelle manière les statistiques ont été établies. Il semble que les données concernent l'ensemble de l'établissement et peut être l'ensemble du personnel et non la seule activité de retraitement et les seules personnes exposées. Nous ne les avons donc pas retenues.

64 Sources: archives Eurochemic.

65 Source: AtW, février 1989, p. 100 et AEN/OCDE (1993a), p. 207 pour 1988 et 1989. Les calculs ne concernent que les personnes travaillant en zone contrôlée.

66 Tokai Reprocessing Plant, l'usine pilote japonaise. Source: TAKASAKI K., EBANA M., NOMURA T. (1991), p. 223 fig.2 (donnés chiffrées élaborées à partir de la lecture du graphique). Les données ne précisent pas si les calculs sont faits sur l'ensemble du personnel ou les seuls personnels exposés aux radiations. La différence peut être très importante puisque cette usine, de taille comparable à Eurochemic, a employé entre 889 et 2407 personnes, avec de fortes variations suivant les années.

67 Source: Documents fournis par la COGEMA. La statistique incorpore les doses nulles pour UP2 jusqu'en 1973, les exclut depuis. Depuis 1989 les résultats incorporent les performances d'UP3.

68 Source: CFDT (1980),p.197, qui reprend un document de la COGEMA, qui a été transmis par La Hague grâce à B. Lenail.

69 Ibidem. Ces deux séries sont données à titre indicatif, sans que leur validité ait pu être recoupée par d'autres sources.

Eurochemic a délivré des doses moyennes annuelles plutôt élevées parmi les usines analysées. Elles furent cependant bien inférieures à celles enregistrées à NFS (West Valley), dont on voit qu'elles dépassent la limite légale entre 1968 et 1971 [70]. Elles sont plutôt comparables à celle de Windscale et plutôt proches de celles de WAK en début d'exploitation.

Les doses de La Hague semblent avoir été bien inférieures, mais leur évolution alla au rebours de la tendance des autres usines européennes examinées jusqu'en 1975. L'augmentation des tonnages et des taux d'irradiation des combustibles retraités dans UP2 a entraîné une croissance des doses moyennes de 1968 à 1975, date à laquelle elle dépasse temporairement WAK[71]. Les chiffres d'effectifs de Windscale concernent très probablement l'ensemble du personnel du centre nucléaire et non ceux travaillant dans les zones sous rayonnement consacrées aux opérations de retraitement. Le niveau de délivrance de doses semble avoir été comparable à celui d'Eurochemic.

Tableau 73. **L'évolution des doses moyennes dans quelques usines de retraitement civiles de 1967 à 1992**

| | EUROCHEMIC (1966-1974) | WAK (1971-1990) | TRP (depuis 1978) | La Hague (depuis 1966) | Windscale (depuis 1952) | NFS (1966-1972) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1967 | n.c. | | | 1,3 | n.c. | |
| 1968 | n.c. | | | 1,4 | n.c. | 29 |
| 1969 | 14,59 | | | 1,56 | n.c. | 45 |
| 1970 | 12,67 | | | 3,1 | n.c. | 65 |
| 1971 | 11,76 | n.c. | | 4,75 | 13 | 75 |
| 1972 | 18,17 | 11,61 | | 3,24 | 15 | |
| 1973 | 16,51 | 9,29 | | 6,53 | 14 | |
| 1974 | 14,29 | 6,02 | | 6,96 | 13 | |
| 1975 | | 5,11 | | 7,51 | 12,5 | |
| 1976 | | 2,93 | | 6,68 | 12 | |
| 1977 | | 3,78 | | 6,34 | 10 | |
| 1978 | | 4,07 | 0,29 | 5,35 | 9 | |
| 1979 | | 4,50 | 0,61 | 4,59 | 7,5 | |
| 1980 | | 3,35 | 0,55 | 4,74 | 8,1 | |
| 1981 | | 2,94 | 0,47 | 4,21 | 7 | |
| 1982 | | 2,66 | 0,44 | 3,47 | 6,7 | |
| 1983 | | 1,75 | 0,90 | 2,96 | 7 | |
| 1984 | | 2,29 | 0,69 | 3,83 | 6,8 | |
| 1985 | | 2,04 | 0,29 | 3,76 | 5,8 | |
| 1986 | | 2,53 | 0,35 | 2,97 | 5,7 | |
| 1987 | | 2,84 | 0,75 | 3,2 | 4,7 | |
| 1988 | | 2,04 | 1,78 | 3,18 | 4 | |
| 1989 | | 1,53 | 0,87 | 3,66 | 3,1 | |
| 1990 | | n.c. | 0,32 | 2,08 | 3 | |
| 1991 | | | n.c. | 1,88 | n.c. | |
| 1992 | | | n.c. | 1,56 | n.c. | |

Un facteur d'organisation du travail a également contribué à situer les doses délivrées à un niveau comparativement plutôt élevé. A la différence de ce qui se passe dans beaucoup d'entreprises nucléaires, Eurochemic a relativement peu recouru au personnel en régie pendant la période de retraitement[72]. Le tableau 74 montre l'évolution du recours au personnel extérieur pour des travaux sous radiation à Eurochemic, et la distribution moyenne des doses suivant la catégorie.

Eurochemic n' a jamais employé plus de 11% de personnels extérieurs à des travaux en zone contrôlée. Si en 1969 et 1970 la dose moyenne reçue par les intervenants extérieurs est nettement supérieure à celle des employés de la Société, la tendance s'inverse à partir de cette date. Le recours à des personnels extérieurs, qui permet parfois de «diluer les doses» en cas de problèmes, a de toutes les façons été limité par les capacités financières de l'entreprise.

70 D'après divers témoignages oraux extérieurs à l'usine, le caractère commercial de l'entreprise semble avoir entraîné des dérives par rapport aux exigences de sécurité des personnels et a probablement joué dans la décision d'arrêt.

71 Sur ces difficultés, cf. par exemple COUTURE J. (1975).

72 Elle y a cependant recouru à la fin des années soixante-dix dans le contexte de la gestion des déchets, cf. 4e Partie, chap. premier.

Tableau 74. **Evolution du recours au personnel extérieur pour des travaux sous radiation et distribution moyenne des doses de 1969 à 1975**

| Année | Personnel Eurochemic travaillant sous radiation (nombre) | Personnel extérieur travaillant sous radiation (nombre) | Total travaillant sous radiation (nombre) | Dose moyenne reçue par le personnel Eurochemic (mSv/an) | Dose moyenne reçue par le personnel extérieur (mSv/an) | Rappel : dose moyenne de l'ensemble du personnel travaillant sous radiation (mSv/an) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1969 | 252 | 6 | 258 | 14,4 | 22,0 | 14,6 |
| 1970 | 255 | 13 | 268 | 12,4 | 18,7 | 12,7 |
| 1971 | 238 | 30 | 268 | 11,9 | 10,8 | 11,8 |
| 1972 | 213 | 22 | 235 | 18,6 | 14,0 | 18,2 |
| 1973 | 206 | 19 | 225 | 16,6 | 16,0 | 16,5 |
| 1974 | 171 | 16 | 187 | 14,4 | 12,8 | 14,3 |
| 1975 | 152 | 17 | 169 | 9,6 | 6,4 | 9,3 |

La cause des doses plutôt élevées reçues à Eurochemic est à trouver dans l'absence de moyens élaborés d'exploitation et de contrôle à distance[73], ainsi que dans le caractère expérimental d'une grande partie du travail à Eurochemic, plutôt que dans les carences des systèmes de sécurité.

Les causes d'exposition[74]

Les principales sources d'exposition du personnel d'opération étaient les suivantes :

- les boîtes à gants de l'installation de purification du plutonium avec ses systèmes de filtration, de prélèvement et de pesage ;
- l'aire de décontamination des châteaux, essentiellement du fait de la forte contamination de l'intérieur des châteaux ;
- les filtres et résines installés pour la purification de l'eau des piscines ; les filtres du système de ventilation des cuves qu'il fallait renouveler avec une fréquence supérieure à ce qui avait été prévu en cas de conditions anormales d'une part, ceux des filtres absolus du système de haute dépression lors de leur remplacement d'autre part.

En ce qui concerne le personnel de maintenance, les principales sources étaient occasionnées par la réparation ou l'entretien des valves et des pompes, la réparation des enceintes de prélèvement d'échantillons, celle des télémanipulateurs et de l'équipement de manutention des cellules de dissolution.

L'irradiation des analystes du laboratoire de contrôle provenait essentiellement des difficultés éprouvées pour manipuler les échantillons de haute activité résultant de la conception adoptée pour les enceintes de travail.

Pour le personnel de maintenance comme pour les analystes, les doses aux mains étaient souvent importantes, supérieures aux 150 mSv trimestriels autorisés. Dans ces cas, le personnel exposé était éloigné de ce type de travail, de sorte que la dose annuelle maximale autorisée pour les mains, 600 mSv, ne fut dépassée que dans trois cas accidentels.

Le personnel de santé et de sécurité était surtout exposé lors de l'examen détaillé de zones de travail au cours de la phase de préparation des interventions spéciales donnant lieu à délivrance de HWP ou de PREP, ou lors de la réparation et de l'entretien d'équipements ayant contenu des solutions très actives.

### *Le contrôle de sécurité à Eurochemic – A la recherche des «matières non comptabilisées»*

*Buts et organisation du contrôle de sécurité à Eurochemic*

Le contrôle de sécurité a pour objet de garantir que les matières fissiles manipulées dans une entreprise nucléaire qui se déclare civile ne puissent être détournées à des fins militaires. Eurochemic fut la première unité de retraitement européenne à être soumise à ce contrôle[75]. Elle constitua à ce titre un laboratoire d'expérimentation du contrôle et des techniques de comptabilités des matières fissiles qui y étaient attachées.

Un contrôle interne était effectué par l'équipe chargée de la comptabilité des matières fissiles. Un contrôle externe était assuré par des inspecteurs des organisations internationales spécialisées.

[73] Ce point est examiné en détail dans la 5[e] Partie, chap. premier.

[74] Source principale: OSIPENCO A. (1980).

[75] La première usine inspectée par l'AIEA fut celle de NFS à West Valley en août 1967.

Le problème du contrôleur externe était assez complexe. Les trois organismes de contrôle international existants avaient reçu compétence pour l'exercer ; l'AEEN avait élaboré une Convention sur le contrôle de sécurité en 1960, et Eurochemic, entreprise commune de l'Agence, y était naturellement soumise. Par sa situation géographique autant que par la présence de cinq des six membres de l'Euratom, elle relevait également du contrôle de sécurité de la CEEA. Enfin le retraitement de combustibles d'origine américaine des pays n'appartenant pas à l'Euratom – pour lesquels il y avait une délégation du contrôle dont le principe avait été établi dès 1962 – était sous contrôle de l'AIEA.

La France était opposée à tout contrôle de l'AIEA et cela posa un problème dont la résolution, qui passait par la délégation du pouvoir d'inspection de l'AIEA à Euratom, fut amorcée lors de la visite que fit Glenn Seaborg, alors Président de l'USAEC le 11 mars 1966 à Mol. A ce problème s'ajoutait celui du sens à donner à «l'inspection continue des usines de retraitement» qui était prévue. Informé au cours d'une conversation qui eut lieu dans la voiture de Rudolf Rometsch en présence d'Einar Saeland et de Pierre Strohl, Glenn Seaborg ordonna que des discussions s'ouvrent entre Euratom et les experts américains. Celles-ci portèrent en particulier sur le nombre d'inspecteurs nécessaires. Euratom en proposait un, les Etats-Unis en exigeaient vingt. Finalement un compromis aboutit à trois et en certaines occasions cinq. En 1969 l'USAEC et l'AIEA acceptèrent conjointement de déléguer le contrôle à l'Euratom, mais des représentants de l'AIEA furent présents sur le site, dans le cadre de contrats de recherches sur la comptabilité auxquels ils participèrent.

Le contrôle fut en définitive exercé par des représentants de l'AEEN/OCDE de manière ponctuelle et de manière continue par ceux de l'Euratom. Les deux types de contrôleurs pouvaient procéder à des mesures inopinées en tous points de l'usine.

Les procédures de contrôles interne s'appuyaient d'abord sur la vérification de la comptabilité des matières fissiles réalisée en liaison avec le personnel technique de l'usine par une Section Comptabilité, intégrée jusqu'en 1967 à la Division des services nucléaires dépendant de la Direction technique, rattachée à le Direction générale jusqu'en 1969, année où elle fut intégrée au département commercial.

La section de comptabilité contrôlait les réceptions de combustible, la détermination des volumes d'entrée, les mesures de poids à la sortie et les opérations d'échantillonnage qui y étaient associées. Ainsi pouvaient être suivies les pertes ou les gains de matériau fissile au cours de l'exploitation.

Des pourcentages de matières non comptabilisés ("Material Unaccounted For" ou MUF) étaient élaborés à partir des différences entre l'inventaire comptable et l'inventaire physique. Cette comptabilité permettait aussi de vérifier les étalonnages des cuves et de compléter ou remanier en conséquence le manuel d'exploitation de l'usine, le "*Manual of Standard Procedures and Specifications*". La masse comptable appelait l'informatisation du système des inventaires et du calcul des entrées et sorties, qui fut réalisée en 1969 sur un ordinateur bientôt partagé avec le laboratoire analytique de l'usine.

La section de comptabilité confrontait ces mesures avec celles opérées lors des arrêts de l'usine, qui permettaient une mesure réelle. Le problème était que ces arrêts, fréquents dans les premiers temps, furent de plus en plus rares au fur et à mesure de l'exploitation de l'usine ; le contrôle réel risquait d'être trop épisodique.

Eurochemic examina donc la possibilité d'un suivi au jour le jour, en liaison sous contrat avec l'AIEA[76]. Une expérimentation fut effectuée pendant la campagne HEU-1970 et publiée dans un rapport technique[77]. Ce système fut informatisé en 1971 et appliqué pendant la campagne HEU 1971.

Une autre méthode de vérification, dite de «corrélation isotopique», fut explorée pour les campagnes HEU, toujours dans le cadre d'un contrat avec l'AIEA. Elle mettait en relation les valeurs indiquées par le fabricant du combustible, les valeurs mesurées pendant le retraitement et celles issues des contrôles réalisés par les inspecteurs. Elle fit également l'objet d'une publication comme rapport technique[78].

Ainsi Eurochemic contribua-t-elle au développement de méthodes dont dépendait étroitement l'efficacité du suivi des matières fissiles, à une époque se mettait en place à l'AIEA le système de garanties[79] nécessaire à l'application du Traité de Non-Prolifération qui, signé le 1er juillet 1968, était entré en vigueur pour 43 pays le 5 mars 1970[80].

---

[76] RAE 70 p.60.

[77] ETR 266.

[78] ETR 277.

[79] Prévu par le TNP dans son article III. Cf. CANTELON P.L., HEWLETT R.G., WILLIAMS R.C. (1991), p. 239.

[80] Mais aucun pays participant à Eurochemic n'en était alors signataire. Sur le TNP, la politique américaine et le retraitement européen, cf. 4e Partie, chap. premier.

*Résultats – Les «matières non comptabilisées» ("Materials unaccounted for", MUF) à Eurochemic*

Le problème de la comptabilité des matières fissiles dans une usine de retraitement vient du fait que toutes les quantités entrées ne se retrouvent pas à la sortie, et que parfois il y plus de matériau en sortie qu'en entrée. L'indicateur de perte MUF ne comptabilise pas les pertes de procédé, mais les quantités n'apparaissant pas dans la balance des entrées-sorties. Les matières contenues dans les effluents font partie des sorties[81].

Les principales causes de «disparitions» sont en général l'accumulation du matériau dans l'usine, par adhérence aux parois des tuyauteries ou par épanchement dans les cellules à l'occasion de fuites[82]. Parfois les «disparitions» sont purement comptables, liées à des erreurs de mesures. La comptabilité se fondait en effet sur des mesures présentant des marges d'erreurs variables, et d'autant plus importantes qu'elles concernaient de petites quantités, comme pour le plutonium et parfois des analyses délicates à mener. Une situation dans laquelle le MUF est entièrement dû aux erreurs comptables est imaginable, lorsqu'à l'occasion d'une même sous-campagne par exemple, on surestime l'entrée de plutonium tout en sous-évaluant le plutonium contenu dans les déchets.

Le but du contrôle de sécurité est de s'assurer que la cause des MUF n'est pas un détournement de matière fissile. Seul un suivi continu permettait dans ces conditions de repérer les variations du MUF et d'en chercher les causes.

Inversement, à l'occasion de rinçages ou au cours de campagnes ultérieures, du matériau fissile pouvait se retrouver récupéré, d'où une balance positive.

La mise en place de la comptabilité des matières fissiles fut longue et délicate, et les statistiques publiées dans les rapports annuels sont parfois corrigées d'une année sur l'autre. La complexité des opérations, leur absence de concordance avec le calendrier du retraitement et les problèmes de mesure rencontrés expliquent ces variations ; le tableau 75 résulte de la compilation des MUF cumulés d'une année sur l'autre.

Tableau 75. **Les MUF cumulés d'une année sur l'autre de 1968 à 1975**

| Date | LEU | | Pu | | HEU | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kg | % des entrées | kg | % des entrées | kg | % des entrées |
| Fin 1968 | | +0,62 | | + 5,10 | | - 0,17 |
| Fin 1969 | | - 0,43 | | - 3,25 | | - 0,17 |
| Fin 1970 | | - 0,25 | | - 2,78 | | - 0,48 |
| Fin 1971 [83] | | - 0,19 | | - 1,79 | | + 0,01 |
| Fin 1972 | + 107,0 | +0,39 | - 13,26 | - 3,30 [84] | | + 0,01 |
| Fin 1973 | | - 0,30 | - 7,18 | - 1,90 | - 3,810 | - 0,40 |
| Début 1975 [85] | -706,2 | n.c. | - 16,025 | n.c. | - 7,499 | n.c. |
| Fin 1975 [86] | -407,4 | - 0,22 | - 12,728 | - 1,88 | - 6,959 | - 0,51 |
| Total retraité [87] | 185 000 | | 677 | | 1364 | |

A la fin des opérations de retraitement au début de 1975 les MUF représentaient plus de 700 kg d'uranium naturel ou faiblement enrichi, 7,5 kg environ d'uranium très enrichi et plus de 16 kg de plutonium[88].

[81] Avec toutefois des problèmes d'évaluation, cf. infra.

[82] Cf. le cas des évaporateurs étudié ci-dessus.

[83] Source: RAE 1972. Dans RAE 1971 les pourcentages sont respectivement -0,25, -2,01, +0,01. La différence pour le MUF plutonium est liée à la récupération de plutonium lors d'un rinçage.

[84] Compte tenu du plutonium passé dans les déchets.

[85] Après la fin de la dernière campagne de retraitement.

[86] Après le rinçage de l'installation.

[87] Il demeure cependant un problème non résolu tenant à la différence entre les quantités calculées et d'autres chiffres de production : 181,3 t LEU, 644 Kg Pu, 1,36 t HEU. Autre source : 188,43 t LEU, 644,4 Kg Pu, 1362 Kg HEU. Troisième source : VIEFERS W. (s.d.) Wastes : LEU 181,3, Pu: 677,7 ; HEU : 1,4 t.

[88] A titre de comparaison une étude récente faite sur les MUF de Tokaï Mura, citée dans le supplément économique du journal *Le Monde*, du 21 juin 1994, p. I, note 1, faisait état d'un MUF cumulé de 70 kg de plutonium pour l'usine-pilote japonaise qui fonctionne depuis 1978.

Cette quantité a justifié la mise sur pied d'un programme conjoint AIEA-Japon, annoncé le 10 juin 1994, pour en récupérer 80 à 85% sur trois ans.

Les opérations ultérieures au retraitement[89], notamment le rinçage et la décontamination des années 1975-1978, permirent de récupérer presque 300 kg d'uranium naturel ou faiblement enrichi, 500 g d'uranium très enrichi et 3,5 kg de plutonium. Les travaux ultérieurs menés jusqu'en 1984 permirent d'abaisser encore un peu les MUF. Le bilan des MUF cumulés s'établissait à la fin de 1984 comme il est indiqué dans le tableau 76

La preuve de la présence dans l'usine de ces matières non comptabilisées ne pourra toutefois être définitivement faite qu'à l'issue du démantèlement complet des bâtiments.

Plusieurs facteurs tenant aux conditions d'exploitation de l'installation et à la nature de l'évaluation des MUF rendent hautement improbables le recours à des causes externes, comme un rocambolesque détournement.

Tableau 76. **Le bilan des MUF cumulés en 1984**

| Date | LEU kg | LEU % des entrées | Pu kg | Pu % des entrées | HEU kg | HEU % des entrées |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fin 1984 [90] | -344,5 | -0,19 | -11,863 [91] | -1,75 | -6,959 | -0,51 |

Les pertes dans les solutions de dégainage furent en effet très difficiles à évaluer en raison du caractère parfois laborieux d'opérations expérimentales laissant non dissous des fragments parfois non négligeables de cœur des combustibles, en particulier lors des opérations ZIRFLEX.

Les difficultés rencontrées dans les cycles du plutonium et dans les unités successives de purification et les problèmes de mise en place de la comptabilité expliquent également les disparitions comptables de plutonium. La masse relativement faible du plutonium, objet d'un nombre très élevé d'opérations, peut de plus expliquer un pourcentage de disparition comptable proche de 2%. Enfin, comme le montrent[92] l'évolution de la teneur en matière fissile – notamment en plutonium – des liquides de rinçage après la fin de l'exploitation ainsi que les bilans fait lors des démontages des années suivant l'arrêt du retraitement, une quantité inconnue mais non négligeable de plutonium se trouvait et se trouve toujours aujourd'hui à l'intérieur des canalisations et appareils dans l'usine. Cette rémanence de matières fissiles risque de compliquer les opérations de démantèlement et est à ajouter au bilan général des déchets qui est fait ci-après.

### Bilan des déchets du retraitement à Eurochemic [93]

#### *Principes de gestion et classification des déchets à Eurochemic pendant la période du retraitement*

*Les principes de gestion des déchets*

Les principes de gestion des déchets à Eurochemic dépendaient au départ essentiellement de trois facteurs dont on espérait qu'ils en minimiseraient la quantité : les deux premiers permettaient d'évacuer le plus grand volume de déchets à l'extérieur, le troisième d'échapper à la gestion de déchets solides de haute activité.

La présence du CEN et la participation de la Belgique aux opérations internationales de rejets en mer pilotées par l'AEEN/OCDE facilitaient en effet l'évacuation des déchets de faible activité et de certains déchets de moyenne activité. Cette externalisation du problème, on s'en souvient, avait joué un rôle important dans le choix du site puisque la Belgique avait proposé que le CEN gère les déchets de l'usine dans la contre-proposition D'Hondt de mars 1957.

Le choix du dégainage chimique permettait dans l'idéal de ne pas produire du tout de déchets solides de haute activité. Aucune structure n'avait donc initialement été prévue pour les gérer, si l'on excepte un coin de la piscine de sciage des éléments combustibles.

Cette minimisation de départ fit des déchets, on l'a vu, une des causes de la dérive financière du projet. Les calculs faits après l'adoption de l'avant-projet détaillé avaient conduit à prévoir des réservoirs de stockage supplémentaires[94] ; les premières campagnes démontrèrent rapidement la nécessité de disposer de capacités

---

89 Cf. 4e Partie, chap. premier.

90 RAE 1984.

91 La faible quantité récupérée est due à la surestimation faite en 1975 du plutonium contenu dans les déchets liquides, surestimation qui fut mise en évidence par les analyses ultérieures.

92 Cf. 4e Partie, chap. premier.

93 Le mot déchets est ici employé dans une acception large et désigne aussi bien les solides, les liquides que les gaz.

94 RAE3, p.187. L'installation de deux réservoirs de 210 m3 dans le bâtiment 22, destiné au stockage des produits de fission.

supplémentaires et de modifier les procédures concernant en particulier la réduction de volume des déchets liquides de haute et moyenne activité. L'arrêt du retraitement allait focaliser l'attention sur le problème du devenir des catégories de déchets qui avaient été jusque là simplement stockées sur le site.

*La classification des déchets à Eurochemic*

L'activité de retraitement génère des déchets de toutes natures: gazeuse, solide (déchets proprement dits) et liquide (effluents) et de tous degrés de radioactivité. Le fait que le coût du traitement des déchets augmente avec l'importance de la radioactivité contenue, combiné aux exigences de sécurité impose dans les établissements nucléaires ce qu'on appelle aujourd'hui de façon quelque peu pléonastique le «tri sélectif». Une nomenclature très précise fut élaborée bien avant la mise en marche de l'usine pour les effluents et les émissions gazeuses. Mais elle ne se mit vraiment en place qu'en 1968 pour les déchets solides, stockés jusque là ensemble sur le site. Une grande campagne de préconditionnement eut lieu cette année-là pour permettre une évacuation vers le CEN.

La Figure 111 précise la nomenclature des déchets en vigueur à Eurochemic. Elle diffère de la nomenclature définie ultérieurement par l'AIEA. Le tableau de la Figure 112 précise les équivalences. A chacun des types de déchets était attachée une procédure de gestion particulière. D'une manière générale les déchets de faible activité et certains déchets de moyenne activité étaient évacués hors du site. La plupart des déchets de moyenne activité et la totalité des déchets de haute activité étaient stockés sur le site. A la fin du retraitement demeuraient donc des déchets fortement radioactifs dont il fallait régler le sort pour pouvoir vraiment fermer l'usine.

***La production de déchets pendant le retraitement***

Le tableau 77 présent de manière agrégée les productions de déchets en m$^3$ pendant la période du retraitement[95].

Tableau 77. **Productions de déchets en m$^3$ de 1967 à 1974**

| Année<br>Volume des déchets en m3 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Effluents de haute activité (HLLW) | 92 | 70 | 13 | 41 | 214,7 | 149 | 18,3 | 118,1 |
| dont provenant des campagnes LEU | 92 | 2 | 13 | 13 | 8,7 | 12 | 18,3 | 11,1 |
| Effluents de moyenne activité (ILLW) | 283 | 255 | 140 | 335 | 210 | 302 | 346 | 119 |
| dont effluents de dégainage | 143 | 99 | 70 | 6 | 130 | 247 | n.c. | n.c. |
| Effluents de faible activité (LLLW) | 35000 | 27300 | 22600 | 18205 | 16956 | 15785 | 16440 | 14352 |
| Condensats «inactifs» | 22000 | 22056 | 28000 | 34995 | 32524 | 25161 | 29412 | 22188 |
| Déchets solides de faible activité bêta gamma (LLSW bêta-gamma) | 127 | 341 | 54 | 243 | 376,4 | 631,7 | 500,8 | 355,9 |
| dont déchets combus-tibles | 107,8 | 309 | n.c. | 207,9 | 335,5 | 519,2 | 432,3 | 302,5 |
| Déchets solides contaminés alpha (LLSW alpha) | 16,8 | 59,9 | 1655 g (de Pu contenu) | 33 | 14,5 | 21,6 | 0 | 20,9 |

Le tableau ne peut être commenté qu'en rythme et en quantité annuelles, non en quantités cumulées, du fait, d'abord de l'évacuation des déchets de faible activité au fur et à mesure de leur production, ensuite de la diminution de l'activité des déchets de haute et moyenne activité avec le temps, ce qui rendait possible de nouvelles opérations de concentration. La somme des volumes produits est largement supérieure au stock présent sur le site à la fin des années de retraitement[96].

---

[95] Une forte agrégation est nécessaire pour obtenir des séries, dans la mesure où la base de comptabilité des déchets varia dans le temps avant 1970. Ainsi par exemple en 1967 et 1968 les déchets liquides de moyenne activité font-ils l'objet d'une présentation des stocks par cuve. A partir de 1970 on dispose grâce à ETR 328 de séries continues, mais rétrospectives, les rapports annuels remis entre 1970 et 1974 ne comportant pas de bilan annuel. En ce qui concerne les déchets solides bêta et gamma sont indiqués pour 1967 et 1968 le nombre de fûts de 200 l, la distinction étant faite entre déchets combustibles ou non, mais sans indication de volume. Le volume est déduit du nombre de fûts. En 1969 la présentation se fait en fonction de la radioactivité à la surface des fûts. En 1970 sont indiqués les volumes avant compactage dans des fûts de 220 l ou dans des boîtes de 30 l. Or le compactage réduisait les volumes d'un facteur moyen 2,51. A partir de 1971 les chiffres sont donnés après compactage. Pour les déchets alpha sont indiqués les fûts et les boîtes de 1967 à 1971. Après 1971 ils ne sont plus conditionnés qu'en boîtes. En 1969 est présenté le Pu contenu (1655g) dans les conditionnements, sans que soit précisée la nature de ces conditionnements.

[96] Le stock est évalué en fin de chapitre.

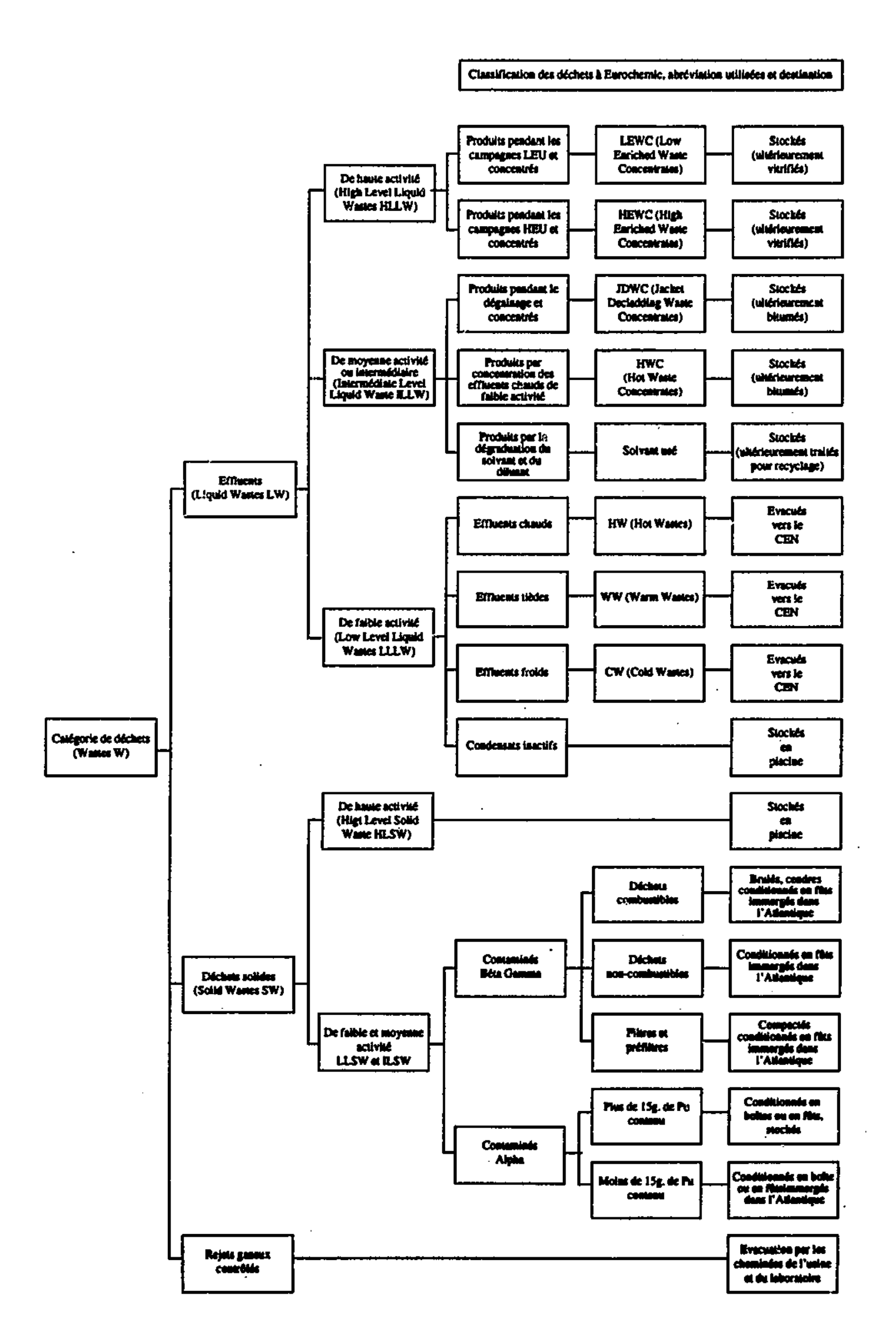



**Figure 111.** Le système de classification des déchets à Eurochemic. Essai de synthèse.

| CAT. | CODE | TYPE OF WASTE | SPECIFIC ACTIVITY (Ci/m3) | IAEA Cat. | SPECIFIC ACTIVITY (Ci/m3) |
|---|---|---|---|---|---|
| HIGH LEVEL WASTE | LEWC | Low enriched waste concent. | >104 | 5 | >104 |
| | HEWC | High enriched waste concent. | >104 | | |
| MEDIUM LEVEL WASTE (MLW) | JDW | Jacket decl. waste sol. | 1-104 | 4 | 10-1 -104 |
| | HWC | Hot waste concentrate | | | |
| | HW | Hot waste | 3.10-2-103 | | |
| LOW LEVEL WASTE (LLW) | WW | Warm waste | 10-4-3.10-2 | 3 | 10-1-10-1 |
| | CW | Cold waste | 10-6-10-4 | 2 | 10-6-10-3 |
| | Cond. | Condensate | <10-6 | 1 | <10-6 |

**Figure 112.** Table de concordance entre le système de classification des effluents d'Eurochemic et celui de l'AIEA. (Source : HUMBLET L. (1987), p. 9. Document simplifié.)

Trois facteurs ont contribué à augmenter les volumes d'effluents. Les campagnes de retraitement des combustibles hautement enrichi ont généré de gros volumes d'effluents de haute activité contenant en solution beaucoup d'aluminium, difficile à concentrer.

Les campagnes de retraitement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi ont en revanche entraîné la production de volumes d'effluents de haute activité nettement plus réduits, mais leur dégainage chimique a produit d'importantes quantités d'effluents de moyenne activité.

S'ajoutaient également les effluents générés lors des nombreux rinçages intercampagne LEU/HEU, ainsi que ceux qui étaient exigés au sein d'une même campagne entre lots. Pendant les campagnes LEU Il s'agissait par exemple d'éviter les mélanges entre uranium appauvri – provenant des combustibles à uranium naturel – et uranium encore légèrement enrichi – provenant d'uranium enrichi pour réacteurs à eau légère. L'effet de ces rinçages sur le volume des effluents était d'autant plus marqué que les campagnes et les lots étaient de tonnage limité.

Les usines de retraitement industrielles actuelles sont spécialisées dans le retraitement des combustibles à relativement faible taux d'enrichissement, qui appartiennent à la catégorie des LEU. Elles utilisent toutes le dégainage mécanique. Ces faits expliquent qu'elles sont à l'origine de quantités beaucoup plus faibles d'effluents de moyenne et de haute activité qu'Eurochemic. Après l'examen des flux, il importe de suivre les traitements.

*Le destin des déchets – Ceux qui s'en vont*

Les déchets évacués au fur et à mesure de leur production étaient les gaz après filtrage, les effluents d'activité inférieure à 0,03 Ci/m$^3$, les déchets solides de faible activité et une partie des déchets solides de moyenne activité. Les premiers étaient envoyés dans l'atmosphère, les autres étaient transférés et traités au CEN avant rejet dans le cours d'eau autorisé pour certains effluents[97] ou en mer pour d'autres effluents et les déchets solides ultimes.

*Les effluents de faible activité* (Tableau 78)

L'usine, n'étant pas littorale, ne disposait pas d'autorisation de rejets extérieurs, mais devait utiliser celle dont bénéficiait le CEN [98]. Les effluents liquides acheminés vers le CEN représentaient 98% du volume total des effluents, mais une infime part de l'activité des déchets[99].

Le rythme de transfert était variable suivant l'année, l'activité évacuée aussi. Pendant les deux premières années de retraitement les effluents de faible activité représentèrent une part plus importante des effluents évacués vers le CEN que les condensats. Les méthodes de filtrage et de séparation s'améliorèrent donc.

Le rinçage et la décontamination de 1970-1971 se traduisirent par un pic de production d'effluents de faible activité. Les fuites dans les conduites des effluents de faible activité jouèrent également un rôle dans la réduction des transferts vers le CEN. En moyenne chaque tonne de LEU ou de HEU généra 150 m$^3$ de WW, 150 M$^3$ de CW et 250 m$^3$ de condensats[100].

---

[97] Le CEN disposait d'une autorisation de rejet de 0,9 Ci/an alpha et de 4,5 Ci bêta-gamma au début des années soixante-dix. D'après les résultats d'une étude de la Communauté européenne EUR 6088, dont les principaux résultats furent publiés dans AtW (1979), pp. 612-613, elle dépassa largement ces limites en permanence dans les années 1972-1976, sauf pour le tritium.

[98] L'activité rejetée est sans commune mesure avec celle de Windscale ou de La Hague, même rapportée aux quantités retraitées et même si l'usine française réduisit rapidement ses rejets en mer.

A titre d'exemple, l'autorisation de rejet alpha pour La Hague était dans les années quatre-vingts de 45 Ci pour les rejets alpha et de 45 000 Ci hors tritium pour les rejets bêta et gamma. Les rejets réels maxima de la décennie ont été d'environ 19,5 Ci en 1985 pour les alpha et d'un peu plus de 34 000 Ci en 1982 pour les bêta gamma. Les rejets des années quatre-vingt-dix sont beaucoup plus faibles en raison de la mise en œuvre d'une politique très stricte par l'entreprise. Ils se sont inscrits en 1993 à 2760 Ci bêta-gamma et à 2,7 Ci alpha. Source : Contrôles 1990, COGEMA La Hague, p.14, et documents Cogéma transmis par Yves Sousselier.

A Windscale la limite était fixée pour l'ensemble du site à 6000 Ci alpha au début des années soixante-dix, et à 300 000 Ci bêta et gamma hors tritium. Les rejets fluctuèrent entre 1614 Ci et 4896 Ci alpha, et entre 245 000 Ci et 127 000 Ci bêta et gamma hors tritium entre 1972 et 1976.

[99] L'estimation grossière faite ci-après permet d'arriver à l'évacuation de 1380 curies sur 96 mois soit 14,37 curies par mois en moyenne. Elle ne tient cependant pas compte de l'activité du tritium, qui n'est mesurée qu'à partir de 1972. 2700 Ci de tritium furent ainsi évacués par le CEN en 1972, 5000 Ci en 1973, et 1325 Ci en 1974. RAE 1972, p. 12., RAE 1973, p. 12, RAE 1974, p. 13. L'arrêt de l'usine entraîna une nette réduction des rejets tritiés par le CEN, qui passent de 2510 Ci en 1974 à 523 Ci en 1975. AtW (1979), p. 613.

[100] VIEFERS W. (s.d.), Wastes, Table 4

Tableau 78. **Types d'effluents de faible activité et quantités évacuées**

| Nature | Composition et origine | Activité moyenne en $Ci/m^3$ | Quantité moyenne | Radioactivité totale évacuée[101] (estimation sur 96 mois) |
|---|---|---|---|---|
| Effluents de faible activité évacués par le CEN | | | | 1388,75 |
| Effluents tièdes (Warm Waste) | Effluents de l'usine et du laboratoire, distillats du traitement des Hot Wastes. | $10^{-4}$ à $3.10^{-2}$ | 950 $m^3$/mois | 1386 (14,4/mois) |
| Effluents froids (Cold Waste) | Effluents du laboratoire et de l'usine | $10^{-6}$ à $10^{-4}$ | 500 $m^3$/mois | 2,5 (0,026/mois) |
| Condensats | | inactif (inférieur à $10^{-6}$) | 2300 $m^3$/mois | 0,25 |

*Effluents gazeux et émissions gazeuses*

Certaines opérations du retraitement produisent des quantités non négligeables d'effluents gazeux radioactifs. Ces derniers étaient filtrés, le cas échéant après lavage, par un système complexe de préfiltres. De plus l'usine, les laboratoires et une partie des bâtiments de stockage étaient maintenus en dépression.

L'air régulièrement renouvelé était dirigé vers les filtres et évacué par la cheminée. Les systèmes de ventilation aboutissaient aux filtres absolus qui ne devaient rien laisser passer à l'extérieur. Les filtres et préfiltres étaient régulièrement changés et traités comme déchets solides. Les cheminées du laboratoire et de l'usine évacuaient donc de l'air et des gaz dont la nature et les quantités étaient surveillées par des systèmes d'alerte et de mesure.

Les rejets maxima dans l'atmosphère qui avaient été déterminés pour l'octroi de la licence d'exploitation se fondaient sur une limite de 0,5 mSv/ semaine pour une personne se trouvant au point de concentration maximale sous le vent[102]. Les rejets à la cheminée étaient soumis à des normes dont le respect supposait quatre types de mesures jusqu' en septembre 1971, ceux du plutonium 239, du strontium 90, du krypton 85, et cinq à partir de cette date, avec l'introduction de la mesure du tritium. Les rejets annuels en tableau 79 sont à comparer aux normes officielles en tableau 80 [103].

Tableau 79. **Les rejets annuels à la cheminée de 1967 à 1974**

| Emissions mesurées à la cheminée(en Ci) | Aérosols Alpha (Pu 239) en Ci | Aérosols bêta (Sr 90) en Ci | Iode 131 en Ci | Krypton 85 en Ci | Tritium en Ci |
|---|---|---|---|---|---|
| Normes 1967-1971 | 1,3 | 1000 | 130 | 6 300 000 | - |
| Normes 1971-1974 | 1,25 | 220 | 12,5 | 6 100 000 | 4 400 000 |
| 1967 | 4 $10^{-4}$ | 4 $10^{-3}$ | <1,6 $10^{-2}$ | 37 000 | s.o |
| 1968 | 1,8 $10^{-4}$ | 3,1 $10^{-2}$ | <1,6 $10^{-2}$ | n.c.[104] | s.o |
| 1969 | 2 $10^{-2}$ | 4 $10^{-2}$ | <1,6 $10^{-2}$ | 60 000 | s.o. |
| 1970 | négligeable | négligeable | négligeable | 50 000 | s.o. |
| 1971 | négligeable | négligeable | négligeable | 126 440 | 532 |
| 1972 | <1,2 $10^{-2}$ | <0,12 | 1,5 $10^{-2}$ [105] | 199 600 | 706 |
| 1973 | négligeable | négligeable | négligeable | 216 730 | 1 893 |
| 1974 | <5 $10^{-4}$ | <8,7 $10^{-3}$ | «petit rejet» | 100 232 | 1 579 |

101 On a calculé l'activité à partir des données. Le volume total des effluents de faible activité est apprécié en fonction du nombre de mois entre janvier 1967 et décembre 1974, soit 96 mois. On a estimé l'activité à la moyenne arithmétique des éléments de la fourchette pour les WW et les CW (WW : O,O152 $Ci/m^3$ ; CW: 0,0000505 $Ci/m^3$). On a admis que les condensats avaient la valeur maximale autorisée.

102 Downstream of the stack.

103 Sources: RAE 1967 à 1969. ETR 70-74; VIEFERS W. (s.d.), Wastes. AtW (1979), p.612-613 pour les aérosols alpha et bêta-gamma en 1972-1974.

104 On nota cette année un petit dégagement de Sb-108 lié à un incident lors d'une opération de dégainage de Zy.

105 En juin.

A titre de comparaison :

Tableau 80 Normes et les rejets gazeux des usines de retraitement européennes en 1974

| Nom | Norme en vigueur en 1974 (Ci/an) Alpha | Emission en 1994 (Ci/an) Alpha | Norme en vigueur en 1974 (Ci/an) Bêta-gamma | Emission en 1994 (Ci/an) Bêta-gamma | Norme en vigueur en 1974 (Ci/an) Krypton 85 | Emission en 1994 (Ci/an) Krypton 85 | Norme en vigueur en 1974 (Ci/an) Tritium | Emission en 1994 (Ci/an) Tritium |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eurochemic | 1,25 | <5 $10^{-4}$ | 220 | <8,7 $10^{-3}$ | 6 100 000 | 100 232 | 4 400 000 | 1579 |
| WAK | 1 $10^{-2}$ | 1,5 $10^{-4}$ | 20 | 1,4 $10^{-2}$ | 350 000 | 850 | | <30 |
| La Hague | | 6,8 $10^{-6}$ | | 1,3 $10^{-2}$ | | 720 000 | | 190 |
| Marcoule | | 3,8 $10^{-5}$ | | 5,9 $10^{-4}$ | | 110 000 | | 340 |
| Dounreay | La plus basse possible | 1,2 $10^{-2}$ | | <6,2 | | | | |
| Windscale | La plus basse possible | 0,18 | | 2,8 | | 800 000 | | 8000 |

Les émissions gazeuses restèrent donc bien en deçà des autorisations légales.

*Les déchets solides de faible et moyenne activité: Eurochemic et le programme des «Opérations internationales d'évacuation dans l'Océan atlantique»*

Conditionnement initial et transfert au CEN

Les déchets solides[106] étaient au fur et à mesure de leur production triés en fonction de leur nature et de leur niveau d'activité. En 1967 la séparation se faisait en trois catégories, conditionnées dans des fûts de 200 l, combustibles, non combustibles et alpha. Ces fûts étaient entreposés dans le bâtiment 14. A partir de 1968, pour le premier transfert au CEN et en prévision de l'opération de rejet en mer de 1969, s'opéra la séparation entre les déchets évacuables et ceux qui devaient rester sur le site[107]. Ces derniers furent stockés dans la zone contrôlée (bâtiment 22). Aux fûts s'ajoutèrent pour les déchets alpha des boîtes de 28 l. Le système était donc pleinement opérationnel en 1968-1969. La dimension des fûts passa à 220 litres au début des années soixante-dix, en liaison avec la normalisation des conteneurs.

- *les déchets bêta-gamma :*

  Les déchets combustibles étaient recueillis dans des sacs en plastique de 50 litres, précompactés par 10 dans des fûts transportés de 1968 à 1973 au CEN pour y être traités, c'est-à-dire brûlés, les cendres étant ensuite enrobées dans du béton et enfûtées ;

  Les déchets non combustibles étaient aussi rassemblés dans des sacs en plastique ou emballés dans des feuilles de plastique et séparés en déchets compactables ou non compactables, placés dans des fûts transférés au CEN pour y être conditionnés définitivement avant évacuation en mer ;
- *les déchets alpha :*

  Les déchets alpha étaient scellés dans des sacs en plastique et recueillis dans des boîtes de métal de 28 l ou des fûts de 200 puis 220 l. Si le total du plutonium contenu ne dépassait pas 15g – ce qui était à l'époque la quantité maximale autorisée par fût de 220 l pour le rejet en mer – les boîtes ou fûts étaient transférés au CEN, sinon ils étaient stockés sur place[108] ;

---

106 VIEFERS W. (s.d.), Wastes, Table 3b et p. 9 sq. Les indications ne sont pas datées, mais il semble que cette procédure ait été suivie au moins depuis 1968.

107 Chacune des trois catégories était traitée suivant deux critères concernant les débits de dose à la surface : jusqu'à 200 mREM/h ils étaient mis ensemble; ceux dégageant plus de 200 m REM/h jusqu'à 2 REM/h étaient séparés et leur radioactivité clairement indiquée sur les paquets.

108 Un certain nombre furent par la suite traités dans les installations du plutonium, avant d'être traités spécifiquement, cf. 4e Partie, chap. 2.

- *les filtres de ventilation :*

  Les préfiltres et filtres absolus du système de ventilation étaient scellés à part dans des sacs en plastique, regroupés en boîtes de carton et transférés au CEN où ils étaient mis en balles et enrobés dans du béton.

A partir de 1973 Eurochemic disposa de son propre système de conditionnement de déchets de faible activité qui furent rejetés en même temps que les déchets belges.

Les déchets solides de moyenne activité, composés pendant la période de retraitement essentiellement des filtres des off-gas du système de ventilation des récipients et de la cellule du head-end, étaient stockés sur le site dans des fûts prébétonnés ou des containers en béton. Par la suite certains furent conditionnés en vue de leur rejet en mer.

Les fûts préparés pour le rejet en mer étaient stockés au CEN dans l'attente de l'évacuation périodique vers l'Atlantique dans le cadre des opérations coordonnées par l'AEEN/OCDE.

Transfert à Zeebrugge, chargement sur le TOPAZ et immersion dans l'Atlantique

Les déchets solides du CEN étaient transférés, sous la responsabilité de la Belgique, au port de Zeebrugge pour y être embarqués à bord du navire britannique TOPAZ qui, depuis 1967, était régulièrement chargé de les acheminer dans le cadre des «Opérations internationales d'évacuation dans l'Océan atlantique» pilotées par l'AEEN/OCDE[109].

Depuis 1964 en effet l'AEEN s'était préoccupée du problème de l'accumulation des déchets solides sur les sites nucléaires et avait lancé une étude sur la faisabilité des rejets en mer du Nord ou dans l'Océan Atlantique. Une opération expérimentale de rejet avait été préparée. Il ressortait des études préliminaires que l'on pouvait envisager sans danger d'immerger par environ 5000 m de fond 10 000 Ci par an. Un site avait été recherché et avait été défini un périmètre de 70 miles marins autour du point de coordonnées 46°15' N – 17°25' W, localisé à environ 900 km au sud-est de la pointe de Cornouailles et à 450 km de la bordure du plateau continental. C'était une zone éloignée des routes maritimes et qui n'était pas fréquentée par les pêcheurs. Le fond se trouvait à environ 4500 m de profondeur. Les exigences minimales pour les conteneurs avaient été définies, et un navire recherché.

Le TOPAZ, jaugeant 2250 t et appartenant à la William Robertson Ltd de Glasgow, fut chargé de convoyer de mai à août 1967 les premiers conteneurs. Il prit livraison entre le 17 mai et le 5 juin des fûts britanniques, allemands, néerlandais, belges et français à New Haven, Emden, Ijmuiden, Zeebrugge et Cherbourg avant de partir pour le site d'immersion. Les opérations étaient supervisées internationalement par des responsables des pays participants.

L'opération fut évaluée par un rapport qui fut publié en septembre 1968, *Opération d'évacuation de déchets radioactifs dans l'Atlantique. 1967*, qui concluait à la faisabilité de ces opérations.

Les premiers déchets d'Eurochemic furent rejetés lors du premier des trois voyages de la seconde opération menée du 23 juin au 26 août 1969[110]. En juillet 1971 eut lieu une nouvelle opération. Le second et dernier voyage de l'opération furent entièrement consacrés aux déchets belges. Puis les opérations devinrent annuelles[111]. A partir de 1972 cependant, elles suscitèrent des critiques croissantes dans les médias. La Convention de Londres du 29 décembre 1972 «sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières», qui devait entrer en vigueur le 30 août 1975, amena l'AEN à reconsidérer son programme en procédant à une nouvelle évaluation, qui confirma «le bien-fondé des dispositions adoptées» moyennant quelques adaptations mineures et surtout la standardisation des conteneurs.

Les déchets solides de faible activité et une partie des déchets solides de moyenne activité d'Eurochemic furent donc évacués par ce mécanisme en 1969, 1971, 1972 et 1973. Cette année là, 52,6 $m^3$ représentant 236 t d'un mélange de déchets Eurochemic de faible activité répartis dans des fûts de 220 l, furent rejetés, sur un total de 2200 t de déchets belges.

Le tableau 81 regroupe les caractéristiques principales des opérations d'immersion au cours desquelles, à l'exception de la première et de celle de 1974, des déchets de retraitement solides d'Eurochemic furent rejetés.

Mais la plus grande partie des déchets de moyenne activité et la totalité des déchets de haute activité étaient stockés sur le site.

109 Les passages suivants se fondent sur le dépouillement des rapports de l'AEEN puis AEN de 1964 à 1974.

110 Elle évacua des déchets de 7 pays. Le premier voyage comportait des conteneurs d'origines variées: belges, italiens, néerlandais, suédois et suisses. Le second fut entièrement britannique et le troisième totalement français, ce qui reflète là encore les différence d'avancement des programmes nucléaires.

111 Elles se poursuivirent jusqu'en 1982.

Tableau 81. **Caractéristiques principales des opérations d'immersion de déchets dans l'Atlantique (1967 à 1974)**

| Année (nombre de voyages) | Pays partici-pants | Tonnage des déchets[112] (nombre de fûts) | Activité alpha en Ci | Activité bêta gamma en Ci (déchets tritiés non comptabilisés sauf en 1973) | Activité bêta des déchets tritiés[113] | Données belges ou remarques |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1967 (5) | D, B, F, ND, RU | 10 893 (35 800) | 273 | 7635 | - | pas de déchets Eurochemic |
| 1969 (3) | B, F, I, ND, S, CH | 9000 | 500 [114] | 22 100 | - | 1er voyage Eurochemic |
| 1971 (2) | B, ND, CH, RU | 4000 | 630 | 11 100 | - | 2e exclusivement belge (1800 t, 2100 Ci bêta gamma, 300 Ci alpha |
| 1972 (2) | B, ND, RU | 4130 | 685 | 6180 | 15 400 | 1er voyage belgo-néerlandais[115] |
| 1973 (2) | B, ND, RU | 4500 | 750 | 12 660 | inclus dans colonne de gauche | 1er voyage exclusivement belge[116] |
| 1974 | ND, CH, RU | 2300 (4000) | 416 | 6000 | 95 000[117] | pas de déchets belges. |

D: Allemagne; B: Belgique; CH: Suisse; F: France; I: Italie; ND: Pays-Bas; S: Suède; RU: Royaume-Uni.

## ***Les déchets qui restent sur le site : liquides et solides de moyenne et de haute activité***

*Les déchets solides de moyenne et de haute activité*

Les déchets de moyenne activité qui ne pouvaient être évacués étaient conditionnés dans des conteneurs en béton et stockés dans le bâtiment 22.

Les déchets solides de haute activité provenant essentiellement du dégainage avaient été au fur et à mesure de leur production conservés sous eau dans les paniers spéciaux de la piscine de stockage construite en 1968 pour les recevoir. A la fin de la période de retraitement, ils représentaient un volume d'environ 20 m$^3$.

*Les effluents de moyenne et haute activité*

L'essentiel de la production de déchets était cependant liquide et les effluents de haute et moyenne activité s'étaient accumulés sur le site dans des réservoirs qui, pour les effluents de haute activité, étaient pourvus d'un système de refroidissement. Ils étaient stockés séparément. Ils se composaient de trois catégories, présentées ici par activité décroissante, les effluents de haute activité, les concentrats d'effluents de faible activité et les effluents de dégainage, formant la catégorie des effluents de moyenne activité, les solvants organiques usés enfin.

Les effluents de haute activité

Ils avaient été produits lors du cycle de co-décontamination dans la première colonne d'extraction. Les solutions contenant 99% des produits de fission étaient concentrées au maximum, puis stockées. Les effluents contenaient, outre les produits de fission dont l'activité entraînait un dégagement de chaleur, de l'acide provenant de la tête de procédé, de l'extraction du solvant et des cycles de l'uranium et du plutonium. Les effluents issus du retraitement des HEU représentaient en volume la majorité de la production.

---

112 Jusqu'en 1974 les données comportent le tonnage global, à partir de cette date le tonnage des déchets radioactifs, sans comptabiliser le poids du béton ou du bitume.

113 Les déchets tritiés, considérés comme de faible radiotoxicité, furent immergés en grande quantité à partir de 1972. RAEN 1972, p. 39: «La meilleure méthode dont on dispose pour évacuer ce radionucléide consiste [...] à le diluer dans d'importantes masses d'eau».

114 Source: Statistiques rétrospectives RAEN 1982 p.36.

115 Les données du premier voyage sont les suivantes: 2250 t, 2580 Ci bêta gamma, moins de 10 Ci alpha.

116 Données du voyage d'évacuation des déchets belges: Embarquement le 26 juin à Zeebrugge de 2200 t, totalisant 950 Ci bêta gamma.

117 Rejet de déchets contaminés par du tritium en provenance du Radiochemical Center d'Amersham.

Les campagnes LEU furent au départ très productrices d'effluents, menaçant les capacités de stockage. En 1969 par exemple, on estimait que la pleine capacité serait atteinte l'année suivante[118]. La réponse à ce problème fut double : concentration et stockage.

Des méthodes de réduction des volumes par concentration des effluents de haute activité furent mises en place avec succès. La rapide diminution de l'activité permit d'utiliser des réservoirs non refroidis pour le stockage des solutions les moins concentrées, qui étaient les plus abondantes en volume. Les possibilités de réduction des volumes de solutions variaient en effet énormément en fonction de leur origine LEU ou HEU.

De fortes concentrations pouvaient être obtenues avec les produits issus du retraitement des LEU. Les facteurs limitatifs étaient la concentration en sel (100 g/l) et la quantité de chaleur délivrée par les produits de fission, qui devait pouvoir être évacuée par les dispositifs réfrigérants des réservoirs. Dans le cas d'espèce, il ne fallait pas dépasser 6 kcal/h/l, ce qui permettait même au plus chaud de l'été de ne pas dépasser 60°C. Ces caractéristiques expliquent le volume relativement modéré des effluents de haute activité issus des LEU, qui représentaient à la fin du retraitement 65 $m^3$.[119] Ils étaient conservés dans deux réservoirs de 40 $m^3$ chacun.

Ces concentrations ne pouvaient cependant pas être obtenues avec le HEU car ces derniers contenaient, outre les produits de fission et le plutonium, tout l'aluminium qui avait été allié dans le combustible à l'uranium dans une proportion de l'ordre de 95% en poids. Le facteur de concentration était limité à deux environ. 800 $m^3$ étaient ainsi stockés à la fin de la période de retraitement. Le stockage de ces effluents se faisait sous deux formes. Au fur et à mesure de leur production ils étaient dirigés vers deux réservoirs de 210 $m^3$ pouvant évacuer jusqu'à 1,5 kcal/h/l et y refroidissaient. Lorsque leur activité avait diminué, ils étaient transférés dans les réservoirs de 260 $m^3$ de stockage non réfrigérés dans le même bâtiment que les effluents de moyenne activité.

Un bilan de la composition chimique de ces effluents fut fait en juillet 1974, alors que le retraitement touchait presque à sa fin[120].

Tableau 82. **Composition chimique des deux catégories d'effluents de haute activité en 1974**

| Type | LEWC | HEWC | Total |
|---|---|---|---|
| Volume en $m^3$ | 61 | 789 | 850 |
| Activité bêta des produits de fission en Ci | 19 500 000 | 17 270 000 | 36 770 000 |
| Activité bêta par $m^3$ | 320 | 22 | s.o. |
| Activité du Sr 90 (Ci) | 2 660 000 | 1 660 000 | 4 320 000 (12%) |
| Activité du Cs-137 (Ci) | 3 800 000 | 1 580 000 | 5 380 000 (15%) |
| U(kg) | 55,0 | 2,6 | 57,6 |
| Pu(kg) | 1,1 | 3,5 | 4,6 |
| Al(t) | 0 | 37 | 37 |
| Na(kg) | 333 | 12 | 345 |
| Hg(kg) | 0 | 269 | 269 |
| Fe(kg) | 14 | 56 | 70 |
| $SO_4$(M) | 480 | 2000 | 2480 |
| Mo(kg) | 141 | 53 | 194 |
| Zr(kg) | 176 | 78 | 254 |
| Ru(kg) | 79 | 25 | 104 |
| $HNO_3$ (M) | 7 | environ 2 | s.o. |

Le «cocktail» d'éléments variait en fonction de l'origine des déchets. Les LEWC occupaient moins de volume de stockage que les HEWC mais étaient plus chargés en sels.

0,5 $m^3$ de concentrats de haute activité avait été produit par tonne de LEU, contre 21 $m^3$ par tonne de HEU. L'acidité des solutions nitriques était plus forte, du fait du degré de concentration, dans les LEWC que dans les HEWC (7 M contre environ 2).

118 Pour les effluents issus des campagnes HEU. RAE 1969 p. 31.

119 Etaient compris dans ce chiffre 4 m3 d'effluents provenant de la décontamination de 1970, d'une activité de 435 W/m3. Plusieurs opérations de concentration aboutissaient à ce volume relativement modeste.

120 Tableau établi à partir de VIEFERS W. (s.d.), Déchets, Table 6.

Les effluents de moyenne activité: concentrats et solutions de dégainage

Les effluents de moyenne activité étaient stockés dans deux bâtiments, l'un abritant 6 réservoirs de 260 $m^3$, l'autre 4 de 500 $m^3$. Ils avaient deux origines : les concentrats d'effluents chauds (HWC) et les solutions de dégainage (JDWC).

Les premiers étaient issus des effluents de faible activité qui ne pouvaient être évacués vers le CEN. Ils[121] étaient concentrés en évaporateur jusqu'à la limite de saturation en sel (essentiellement $NaNO_3$). Les coefficients de réduction pouvaient être très élevés. En 1969 par exemple[122] furent produits 2500 $m^3$ de HW, qui furent réduits à 73 $m^3$ de HWC, le degré de concentration variant cette année-là entre 18 et 113 suivant les lots. Leur activité moyenne était à la fin du retraitement de 1000 Ci/$m^3$.

Chaque tonne de LEU ou de HEU avait généré 1,5 $m^3$ de concentrat.

La seconde catégorie d'effluents de moyenne activité était composée des solutions de dégainage provenant des opérations LEU[123], transférées depuis l'usine par une conduite spéciale. Ces solutions étaient stockées – par catégories dans la mesure où, sauf pour le magnésium et l'acier inoxydable, leur mélange provoquait des précipités – dans des réservoirs adaptés allant de l'acier doux pour les solutions contenant de l'aluminium aux aciers inoxydables spéciaux[124]. Leur activité provenait des matériaux de la gaine rendus radioactifs par l'irradiation dans le réacteur et de produits de fission entraînés dans les solutions.

La production d'effluents de dégainage varia beaucoup en fonction des campagnes, des difficultés rencontrées au cours de certaines opérations et de la nature des gainages. En ce qui concerne ce dernier point, le tableau suivant résume la situation[125] :

Tableau 83. **Quantité d'effluents de moyenne activité produits suivant le type de gainage du combustible**

| Nature du gainage | $m^3$ de MLW produit par tonne d'uranium |
|---|---|
| Zirconium ou zircalloy | 6 |
| Acier inoxydable | 6 |
| Magnésium | 3 |
| Aluminium | 2,4 |

Les difficultés liées aux gaines au zirconium expliquent qu'à la fin de la période de retraitement 400 $m^3$ d'effluents leur restèrent liés. 260 $m^3$ provenaient du mélange des solutions de dégainage au magnésium et à l'acier inoxydable, 140 $m^3$ ne contenaient que des solutions à l'acier inox. 150 $m^3$ de gainage de LEU à l'aluminium complétaient le stock.

Les effluents organiques de solvant et de diluant usés [126]

Ils étaient essentiellement constitués du solvant usé, le TBP et de son diluant hydrocarboné, le Shell-Sol-T (SST), partiellement décomposés par la radioactivité et contenant, outre du zirconium et du ruthénium, des émetteurs alpha et quelques produits de fission.

***Etat du stock des effluents et des déchets sur le site au début de 1975***

Lorsque cesse le retraitement à Mol, le stock d'effluents présent peut être évalué aux quantités montrés en tableau 84 [127].

---

[121] VIEFERS W. (s.d.) cite p.8 la limite de 3. $10^{-2}$ Ci/$m^3$.

[122] RAE 1969 p.31.

[123] Les campagnes HEU ne produisaient pas de déchets spécifiques de dégainage puisqu'étaient dissous ensemble l'alliage U-Al et la gaine Al. Tout passait donc dans les effluents de haute activité. Furent stockées avec les solutions de dégainage Al des solutions de rinçage des campagnes LEU 70 à 74, contenant NaOH et Na tartrate.

[124] VIEFERS W. (s.d.) p.7.

[125] VIEFERS W. (s.d.) Wastes Table 4.

[126] Le solvant et le diluant faisaient l'objet d'un recyclage. Une partie des solvants et diluants étaient également évacués comme déchets de faible activité vers le CEN. Ainsi en fut-il en 1968 pour 1400 l de solvant légèrement contaminé.

[127] HUMBLET L. (1987) p.31, et VIEFERS W. (s.d.) table 2 pour les liquides, avec quelques différences signalées en note.

Tableau 84. **Stock d'effluents au début de 1975**

| Type de déchet | Principaux composants | Activité moyenne bêta et gamma en Ci/m³ | Volume (m³) | Activité totale calculée en Ci |
|---|---|---|---|---|
| I. Effluents de haute activité HLLW) | Produits de fission et... | | | |
| Effluents LEU | $HNO_3$ (2M) | 178 000 | 65 | 11 570 000 |
| Effluents HEU | $HNO_3$ (0,5M), Al+++(1,8M) | 8 400 | 800 | 6 720 000 |
| ***Total des effluents de haute activité*** | | | ***865*** | ***18 290 000*** |
| II. Effluents de moyenne activité | | | | |
| *A. Effluents de dégainage* | | | | |
| Gaine aluminium | NaOH(2M),Al(2M) et solution de décontamination (NaOH et Na tartrate) | 40 | 150 | 6 000 |
| Gaine magnésium et gaine acier inox | SSO(6M), MgO(2M); $H_2SO_4$(1,8M) | 800 | 260 | 208 000 |
| Gaines acier inox | SSO(8M); $H_2SO_4$(2M) | 1 000 | 140 | 140 000 |
| Gaines au zirconium | ZrO(4M), F(2,7M)$NH_4$+(1,1M; $NO_3$(0,1M) | 800 | 400 | 320 000 |
| ***Total des solutions de dégainage*** | | | ***950*** | ***674 000*** |
| *B. Concentrats du traitement des effluents chauds* (Hot Wastes) *de faible activité* | $NaNO_3$(5M) $HNO_3$(2M) | 1 000 | 1 050 | 1 050 000 |
| ***Total des effluents de moyenne activité*** | | | ***2000***[128] | ***1 724 000*** |
| III. Solvant usé | 9 à 30% de TBP dans du kérosène, zirconium, ruthénium, émetteurs alpha et quelques produits de fission. | 8,5 | 60 [129] | 510 |
| ***Effluents stockés sur le site*** | | | ***3 875*** | ***20 014 000*** |

On peut considérer que la quasi-totalité de la radioactivité des effluents, soit plus de 20 millions de curies, était restée sur le site. Les effluents de haute activité en concentraient 91,4%, les effluents de moyenne activité 8,6%.

A cela s'ajoutait l'activité des déchets solides de haute et moyenne activité.

Le stock des déchets constituait donc l'héritage des années de retraitement. La stabilisation des effluents et le traitement des déchets solides devaient êtres assurés pour que la Société internationale puisse envisager de mettre fin à son existence.

L'arrêt du retraitement ne signifia pourtant pas la fin de la production de déchets. L'expérience acquise en 1970-1971 permettait de prévoir que la décontamination prévue en générerait des quantités appréciables, sans préjudice des déchets solides que le démantèlement partiel de certaines unités pourrait produire.

La mutation amorcée par la société depuis la décision d'arrêt en 1972 allait s'accélérer à partir de 1975, lorsque commencèrent les quinze années qui séparent la fin du retraitement de celle de l'entreprise, les «années de gestion des déchets».

128 Curieusement les deux sources somment 2100 m³.

129 25 m³ selon VIEFERS W. (s.d.).

## Annexe du chapitre 4

**Liste alphabétique et caractéristiques des réacteurs dont les combustibles ont été retraités par Eurochemic**

*RR: Réacteur de recherches, test des matériaux et irradiation.*
*RRP: réacteur de recherche dans le domaine des réacteurs de puissance*
*RPP: réacteur de puissance pilote ou prototype.*
*Taux de combustion en MWj/t d'uranium.*

**ASTRA**
Site et pays: Seibersdorf, Autriche
Propriétaire: Österreichische Studiengesellschaft für Atomenergie GmbH
Constructeur: AMF Atomics (EU)
Date de mise en service: 1960
Puissance en MW: 5
Catégorie de réacteur: RR
Famille: MTR
Nature du combustible: U-Al
Nature du gainage: Al.
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967, 71, 72, 74

**ATHENE**
Site et pays: Eindhoven, Pays-Bas
Propriétaire: Technische Hogeschool Eindhoven
Date de mise en service: 1967
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Argonaut
Nature du combustible: U-Al
Nature du gainage: Al
Dates de retraitement à Eurochemic:
1967,68,70,71,72,74

**BR1**
Site et pays: Mol, Belgique
Propriétaire: Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire (CEN)
Constructeur: ACEC
Date de mise en service: 1956
Puissance en MW: 4
Catégorie de réacteur: RRP
Famille: GGR
Remarques: graphite air
Destination: recherche physique, radioisotopes
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967
Taux de combustion: 900.

**BR2**
Site et pays: Mol, Belgique
Propriétaire: Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire (CEN)
Constructeur: CEN, NDA (Canada)
Date de mise en service: 1961
Puissance en MW: 57
Catégorie de réacteur: RR
Famille: MTR
Remarques: cuve, $H_2O$
Destination: essai de matériaux
Fabricant du combustible en 1969: MMN-Nukem
Nature du combustible: U-Al
Nature du gainage: Al
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,68,72,74

**BR3**
Site et pays: Mol, Belgique
Propriétaire: CEN
Constructeur: Westinghouse
Date de mise en service: 1966
Puissance en MW: 11,5
Catégorie de réacteur: RPP
Famille: PWR
Fabricant du combustible en 1969: Belgonucléaire-MMN-UKAEA
Nature du combustible: $UO_2$(4,4)
Nature du gainage: Acier inoxydable
Dates de retraitement à Eurochemic: 1966, 68
Taux de combustion: 3200-7800.

**CABRI**
Site et pays: Cadarache, France
Propriétaire: CEA
Constructeur: CEA, GAAA
Date de mise en service: 1963
Catégorie de réacteur: RRP
Famille: Piscine
Destination: réacteur d'étude du programme de réacteurs rapides français
Fabricant du combustible en 1969: CERCA
Dates de retraitement à Eurochemic:
1967,68,70,71,72,74

**DIORIT**
Site et pays: Würenlingen, Suisse
Propriétaire: Reaktor AG en 1960 puis en 1962 Institut Fédéral de Recherches en matière de réacteurs (EIR)
Constructeur: BBC, Escher-Wyss, Sulzer Elektrowatt, Motor Columbus
Date de mise en service: 1960
Puissance en MW: 30
Catégorie de réacteur: RRP
Famille: HWR
Type: HWCHWR
Destination: essais de matériaux, isotopes
Nature du combustible: U-Al
Nature du gainage: Al
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,68
Taux de combustion: 50-160

**DP**
Site et pays: Douglas Point, Canada
Propriétaire: Ontario Hydro
Constructeur: EACL, Energie Atomique du Canada limitée
Date de mise en service: 1966
Puissance en MW: 208

Catégorie de réacteur: RP
Famille: HWR
Type: CANDU
Destination: 1er réacteur de puissance canadien
Nature du combustible: $UO_2$ (nat;0,71)
Nature du gainage: Zy-2
Dates de retraitement à Eurochemic: 1970,72
Taux de combustion: 6000
Remarques: Contrat par le CEA

**EdF1**
Site et pays: Chinon, France
Propriétaire: EdF
Constructeur: EdF, CEA
Date de mise en service: 1964
Puissance en MW: 70
Catégorie de réacteur: RP
Famille: GGR
Type: UNGG
Fabricant du combustible en 1969: SICN
Nature du combustible: U naturel métal
Nature du gainage: Al (Mg-Zr en 68)
Dates de retraitement à Eurochemic: 1968-69
Taux de combustion: 1200-1500

**EdF2**
Site et pays: Chinon, France
Propriétaire: EdF
Constructeur: EdF, CEA
Date de mise en service: 1966
Puissance en MW: 200
Catégorie de réacteur: RP
Famille: GGR
Type: UNGG
Fabricant du combustible en 1969: SICN
Dates de retraitement à Eurochemic: 1968,69
Taux de combustion: 1200-1500

**EdF3**
Site et pays: Chinon, France
Propriétaire: EdF
Constructeur: EdF, CEA
Date de mise en service: 1967
Puissance en MW: 480
Catégorie de réacteur: RP
Famille: GGR
Type: UNGG
Fabricant du combustible en 1969: CERCA-SICN-Tréfimétaux
Dates de retraitement à Eurochemic: 1968,69
Taux de combustion: 1200-1500

**EL1 (ZOE)**
Site et pays: Fontenay-aux-Roses, France
Propriétaire: CEA
Date de mise en service: 1948
Puissance en MW: 0,15
Catégorie de réacteur: RR puis RRP (1953)
Famille: HWR
Type: HWCHWR
Nature du combustible: U nat métal
Nature du gainage: Al
Dates de retraitement à Eurochemic: 1966

**EL2**
Site et pays: Saclay, France
Propriétaire: CEA
Constructeur: CEA, CENS
Date de mise en service: 1952
Puissance en MW: 2,5
Catégorie de réacteur: RRP
Famille: HWR
Type: GCHWR
Destination: recherche, essai de matériaux
Fabricant du combustible en 1969: SICN
Nature du combustible: U naturel métal
Nature du gainage: Mg-Al
Dates de retraitement à Eurochemic: 1966

**EL3**
Site et pays: Saclay, France
Propriétaire: CEA
Constructeur: CENS, Loire Penhoët
Date de mise en service: 1957
Puissance en MW: 17,5
Catégorie de réacteur: RRP
Famille: HWR
Type: HWCHWR
Destination: étude de matériaux, production de radionuclides
Fabricant du combustible en 1969: CERCA-SICAF
Nature du combustible: U(1,6 à 4,5), «Cristal de neige»
Nature du gainage: Al
Dates de retraitement à Eurochemic: 1966, 67; CdN 68,70,74
Taux de combustion: 1800-15000

**FR2**
Site et pays: Karlsruhe-Leopoldshafen, Allemagne
Propriétaire: Gesellschaft für Kernforschung mbH (GfK)
Date de mise en service: 1966
Puissance en MW: 44
Catégorie de réacteur: RRP
Famille: HWR
Type: HWCHWR
Destination: recherche, éléments combustibles, isotopes
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967
Taux de combustion: 900

**FRG1**
Site et pays: Geesthacht (Hamburg), Allemagne
Propriétaire: GKSS
Constructeur: Babcock-Wilcox (EU), Deutsche Babcock und Wilcox
Date de mise en service: 1958
Puissance en MW: 5
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Piscine
Remarques: Réacteur d'études du futur réacteur de propulsion navale
Fabricant du combustible en 1969: Nukem
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,71,72,74

**FRJ1(Merlin)**
Site et pays: Jülich, Allemagne
Propriétaire: Kernforschungsanlage Jülich (KFJ)

Constructeur: AEI (RU), John Thompson Nuclear Energy Corporation, Stadtwerke Düsseldorf
Date de mise en service: 1962
Puissance en MW: 5
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Piscine
Type: Merlin
Dates de retraitement à Eurochemic: 1973

**FRJ2(Dido)**
Site et pays: Jülich, Allemagne
Propriétaire: Kernforschungsanlage Jülich (KFJ)
Constructeur: Head Wrighton Processes Ltd (RU), AEG, Rheinstahl
Date de mise en service: 1962
Puissance en MW: 10
Catégorie de réacteur: RR
Famille: MTR
Type: Dido D2O2-D2O2
Destination: essai de matériaux, isotopes
Nature du combustible: U enrichi
Nature du gainage:
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,71,72,74

**FRM**
Site et pays: München Garching, Allemagne
Propriétaire: Technische Hochschule
Constructeur: AMF Atomics(EU) MAN
Date de mise en service: 1957
Puissance en MW: 4
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Piscine
Destination: recherche, isotope
Nature du combustible: U-Al
Nature du gainage: Al
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,71,72,74

**Halden**
Site et pays: Halden, OCDE
Propriétaire: OCDE-Norvège(IFA en 1960))
Date de mise en service: 1959
Puissance en MW: 20
Catégorie de réacteur: RRP
Famille: HWR
Type: GCHTHWR (Gas Cooled High Temperature)
Remarques: D2O bouillant
Destination: recherche pour les réacteurs à haute température refroidis par gaz
Nature du combustible: U enrichi
Nature du gainage: Zr
Dates de retraitement à Eurochemic: 68
Taux de combustion: 380

**HFR**
Site et pays: Petten, EURATOM
Propriétaire: EURATOM- Centre Commun de Recherches (CCR)
Constructeur: Allis Chalmers (EU)
Date de mise en service: 1961
Puissance en MW: 30
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Cuve ORR
Type: ORR modifié
Destination: recherche, essai de matériaux
Nature du combustible: U(93)-Al
Nature du gainage: Al
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,68,70,71,72,74

**HOR**
Site et pays: Delft, Pays-Bas
Propriétaire: Technische Hogeschool Delft
Constructeur: AMF Atomics (EU)
Date de mise en service: 1963
Puissance en MW: 0,5
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Piscine
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,68,70,71,72,73,74

**KRB**
Site et pays: Gundremmingen (Kreis Günzburg, Bayern), Allemagne
Propriétaire: Kernkraftwerk RWE/Bayernwerk GmbH
Constructeur: AEG, General Electric (EU), Hochtief
Date de mise en service: 1967
Puissance en MW: 237
Catégorie de réacteur: RP
Famille: BWR
Nature du combustible: U(2,22)
Nature du gainage: Zy-2
Dates de retraitement à Eurochemic: 1973
Taux de combustion: 14600

**LUCENS**
Site et pays: Lucens (c. de Vaud), Suisse
Propriétaire: SNA (Société Nationale pour l'encouragement de la technique Atomique industrielle
Constructeur: Thermatom, AGL
Date de mise en service: 1966
Puissance en MW: 5
Catégorie de réacteur: RPP
Famille: HWR
Type: GCHWR
Remarques: HWR
Destination: projet 1960,entré en production en 1968, fermée en 1969 après accident (rupture d'un tube de force)
Fabricant du combustible en 1969: CERCA-SICN-Tréfimétaux
Nature du combustible: U(0,98) (MAGNOX)
Nature du gainage: Mg-Zr
Dates de retraitement à Eurochemic:1971-72
Taux de combustion: 14

**NPD**
Site et pays: Rolphton, Canada
Propriétaire: Ontario Hydro, EACL, Canadian General Electric
Constructeur: EACL, Energie Atomique du Canada limitée
Date de mise en service: 1962
Puissance en MW: 23
Catégorie de réacteur: RPP
Famille: HWR
Type: CANDU
Destination: Nuclear Power Denonstration Reactor
Nature du combustible: U nat, pastilles d'oxyde
Nature du gainage: Zy-2

Dates de retraitement à Eurochemic: 1971,72
Taux de combustion: 5000.
Remarques: Contrat par le CEA

**OSIRIS**
Site et pays: Saclay, France
Propriétaire: CEA
Date de mise en service: 1966
Puissance en MW: 50
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Piscine
Type: Réacteur à haut flux
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,68,70,71,72,73

**Otto Hahn**
Site et pays: Geesthacht(Hamburg), Allemagne
Propriétaire: GKSS
Date de mise en service: 1968
Puissance en MW: (10000 CV)
Catégorie de réacteur: Réacteur naval
Famille: PWR
Fabricant du combustible en 1969: Nukem, CERCA
Nature du combustible: U enrichi
Nature du gainage: Acier inox
Dates de retraitement à Eurochemic: 1974
Taux de combustion: 7300

**PEGASE**
Site et pays: Cadarache, France
Propriétaire: CEA
Date de mise en service: 1963
Puissance en MW: 30
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Pile piscine et cuve
Remarques: cuve, $H_2O$,$CO_2$
Destination: irradiation d'éléments combustibles de réacteurs de puissance
Fabricant du combustible en 1969: CERCA
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,68,70,71,72,74

**R2**
Site et pays: Studsvik, Suède
Propriétaire: AB Atomenergi
Date de mise en service: 1960
Puissance en MW: 30
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Cuve
Remarques: cuve, $H_2O$
Destination: essai de matériaux, recherche
Nature du combustible: U-Al
Nature du gainage: Al
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,68,71,72

**R3 Adam**
Site et pays: Ågesta, Suède
Propriétaire: AB Atomenergi, State Power Board
Constructeur: ASEA
Date de mise en service: 1964
Puissance en MW: 12 plus énergie thermique pour chauffage urbain
Catégorie de réacteur: RPP
Famille: HWR
Type: Pressurized HWR
Remarques: HWR $UO_2$ enrichi en 1960, en 1966 UO nat plus $D_2O$
Dates de retraitement à Eurochemic: 1969
Taux de combustion: 1500-5200

**RAPSODIE**
Site et pays: Cadarache, France
Propriétaire: CEA
Constructeur: CEA, GAAA
Date de mise en service: 1966
Puissance en MW: 20
Catégorie de réacteur: RR
Famille: FBR
Destination: études sur couveuses, irradiation avec neutrons rapides
Fabricant du combustible en 1969: SICN
Nature du combustible: couverture
Nature du gainage: acier inox
Dates de retraitement à Eurochemic: 1974
Taux de combustion: 1300

**SAPHIR**
Site et pays: Würenlingen, Suisse
Propriétaire: Reaktor AG en 1960 puis Institut Fédéral de Recherches en matière de réacteurs (EIR)
Constructeur: ORNL(EU) 1954
Date de mise en service: 1957
Puissance en MW: 1
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Piscine
Destination: essais de matériau, recherche
Dates de retraitement à Eurochemic: 1972

**SENA (Chooz A1)**
Site et pays: Chooz, France
Propriétaire: Edf/ Centre et Sud (Belge)
Constructeur: Westinghouse, Framatome, ACEC, MMN, Cockerill
Date de mise en service: 1967
Puissance en MW: 266
Catégorie de réacteur: RP
Famille: PWR
Fabricant du combustible en 1969: MMN-CERCA-Westinghouse
Nature du combustible: U(2,96 à 3,36)
Nature du gainage: AISI 304
Dates de retraitement à Eurochemic: 1971, 72, 73
Taux de combustion: 12900-19800

**SEP**
Site et pays: Dodewaard , Pays-Bas
Propriétaire: Samenwerkende Electriciteits-Produktie-Bedrijven
Date de mise en service: 1968
Puissance en MW: 54
Catégorie de réacteur: RP
Famille: BWR
Fabricant du combustible en 1969: N.V. Philips Gloeilampenfabrieken (installation expérimentale à Petten)
Nature du combustible: U(2,5)
Nature du gainage: Zy
Dates de retraitement à Eurochemic: 1971 à 74
Taux de combustion: 13600-17300

**SILOE**
Site et pays: Grenoble, France
Propriétaire: CEA
Constructeur: CEA Indatom
Date de mise en service: 1963
Puissance en MW: 15
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Piscine
Fabricant du combustible en 1969: CERCA
Nature du combustible: U(90%)-Al
Nature du gainage: Al
Dates de retraitement à Eurochemic: 1968

**Trino (E. Fermi)**
Site et pays: Trino Vercellese, Italie
Propriétaire: SELNI- EDISON-VOLTA puis ENEL (1964)
Constructeur: Westinghouse
Date de mise en service: 1965
Puissance en MW: 257
Catégorie de réacteur: RP
Famille: PWR
Fabricant du combustible en 1969: COREN
Nature du combustible: $UO_2$(2,7 à 4)
Nature du gainage: Acier inoxydable
Dates de retraitement à Eurochemic: 1969, 70,72,74
Taux de combustion: 8500-21000

**TRITON I**
Site et pays: Fontenay-aux-Roses, France
Propriétaire: CEA
Constructeur: CEA, Indatom
Date de mise en service: 1959
Puissance en MW: 0,001
Catégorie de réacteur: RR
Famille: Piscine
Destination: études pour la protection
Fabricant du combustible en 1969: CERCA
Nature du combustible: U(20%)
Dates de retraitement à Eurochemic: 1967,68,70,71,72,74

**VAK: Versuchs Atom Kraftwerk**
Site et pays: Kahl, Allemagne
Propriétaire: Versuchsatomkraftwerk Kahl GmbH en 1966 (RWE, AEG, Bayernwerk en 1960)
Constructeur: AEG, General Electric (EU), Hochtief
Date de mise en service: 1962
Puissance en MW: 15
Catégorie de réacteur: RPP
Famille: BWR
Nature du combustible: $UO_2$(2,3-2,6)
Nature du gainage: Zircalloy
Taux de combustion: 3800-17300

*Chronologie de la troisième partie*

**Novembre 1965 à janvier 1975**

**1965**

| | |
|---|---|
| **hiver 1965-66:** | **test des colonnes d'extraction** |
| 8 décembre 1965: | création de l'Association sans but lucratif Radioprotection (ASBL Radioprotection), qui devient, le 24 janvier 1966, Contrôle Radioprotection, ou CORAPRO. |
| *20 décembre 1965:* | *le CNEN signe un contrat avec BPD (Bomprini Parodi Delfino) pour la construction complète d'EUREX, à Saluggia.* |
| **22 décembre 1965:** | **Degussa transfère son action à Nukem.** |
| *décembre 1965:* | *SGN signe un contrat de 10 MF pour Tokaï-Mura. L'avant projet avait été établi par Nuclear Chemical Plant Ltd (Royaume-Uni), SGN (France) et Weinrich and Dart (Etats-Unis).* |

**1966**

| | |
|---|---|
| 1966: | début des discussions sur la centrale de Doel (offre de Traction Electricité). |
| *1966:* | *fermeture de l'usine REDOX de Hanford.* |
| *6 janvier 1966:* | *le premier chargement de combustible irradié de Latina est mis sur bateau à destination de Windscale (262,5 t d'U).* |
| **11 mars 1966:** | **Glenn T. Seaborg visite l'usine. Début des pourparlers entre Euratom et l'USAEC ayant pour but de régler le problème du contrôle de sécurité à Eurochemic.** |
| **24 mars 1966:** | **création d'un Groupe de travail du Groupe spécial sur le financement pour la période 1968-1971, qui préconise un emprunt de 1,335 M$ pour financer les dépenses additionnelles de construction.** |
| *1966:* | *mise en service de NFS à West Valley.* |
| *juin 1966:* | *essais en actifs d'UP2 La Hague .* |
| **7 juillet 1966:** | **inauguration officielle de l'usine et début de la première campagne de retraitement.** |
| **juillet 1966:** | **achèvement des installations de traitement des effluents de haute activité.** |
| *8 au 14 septembre 1966:* | *Foire internationale des industries nucléaires de Bâle (NUCLEX 1966).* **Eurochemic y participe.** |
| 29 novembre 1966: | première production d'électricité de BR3-Vulcain. |

**1967**

| | |
|---|---|
| 1967: | mise en service de la centrale franco-belge de la SENA à Chooz. |
| *1967:* | *début de la construction de WAK (Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe). L'usine entra en fonctionnement en 1971.* |
| *1967:* | *création au Japon de l'organisme gouvernemental PNC (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation).* |
| **mai 1967:** | **le Groupe spécial approuve le programme de transition 1968-1969, présenté au Conseil d'administration le 2 mars.** |
| *août 1967:* | *l'AIEA procède à sa première inspection dans une usine de retraitement, à West Valley (NFS).* |
| *1967:* | *sous le contrôle de l'OCDE est réalisé un premier programme d'immersion des déchets dans l'Atlantique. D'autres programmes se poursuivirent jusqu'en 1982.* |

**1968**

| | |
|---|---|
| *26 mars 1968:* | *EUREX est remise au CNEN par ses constructeurs.* |
| *1er juillet 1968:* | *62 pays signent le Traité de Non Prolifération à Washington. Le TNP entre en vigueur le 5 mars 1970 alors qu'il avait été ratifié par 43 pays.* |

*2 août 1968:* *le Comité de planification économique italien (CIPE) décide que le retraitement des combustibles italiens doit se faire dans une seule usine nationale. Lancement du projet Eurex 2.*

1968-1972: premier plan quinquennal nucléaire belge.

*1968:* *mise en service à Fontenay-aux-Roses d'un atelier de retraitement par procédé sec, ATTILA.*

**1969**

**1969:** **après son départ d'Eurochemic, E. Shank devient Directeur de la Division Nuclear Project Engineering chez Allied Chemical.**

1969: les sociétés belges de production d'électricité créent SYNATOM, organisme chargé de coordonner certaine activités d'intérêt commun.

*mai 1969:* *signature d'un contrat entre le CNEN et SNAM Projetti (ENI) pour la construction d'Eurex 2.*

**mars-avril 1969:** **le Conseil d'administration et le Groupe spécial approuvent le «programme futur» ou «programme quinquennal» pour les années 1970-1974. Le 22 juillet l'accord de financement est obtenu au Conseil de l'OCDE.**

*1969:* *mise en service à La Hague d'un atelier AT1 pour combustibles rapides (Rapsodie). Il fonctionne jusqu'en juillet 1979.*

*21 janvier 1969:* *accident à la centrale suisse de Lucens (canton de Vaud), mettant définitivement fin à la filière nationale de réacteurs.*

*juillet 1969:* *arrivée du premier chargement de combustible irradié du Japon pour retraitement dans l'usine de Windscale.*

**avril à juillet 1969:** **un incident dans un évaporateur de plutonium retarde la campagne de 2 mois.**

**22 juillet 1969:** **création de «parts bénéficiaires» par modification des statuts de la Société.**

**septembre 1969:** **création de la SFU (Société de fluoration de l'uranium) destinée à transformer dans l'enceinte de l'usine le nitrate d'uranyle liquide en tétrafluorure d'uranium solide.**

*20 octobre 1969:* *première livraison à EUREX de combustibles en provenance de la centrale de Latina.*

*novembre 1969:* *la France rend publique la décision d'abandonner la filière UNGG pour les REP.*

**31 décembre 1969:** **signature du contrat Mühleberg.**

**1970**

*février 1970:* *publication du Rapport Foratom.*

*4 mars 1970:* *Traité d'Almelo (Pays-Bas) sur la séparation isotopique par centrifugation entre la RFA, le Royaume-Uni et les Pays-Bas. En juillet 1971 est établi le CENTEC à Bensberg (RFA), qui prépare les plans de l'usine URENCO de Capenhurst, opérationnelle en septembre 1977.*

*5 mars 1970:* *entrée en vigueur du TNP pour l'URSS, les Etats-Unis, le Royaume-Uni et 40 pays du Tiers-Monde.*

*mars 1970:* *début des négociations entre l'UKAEA, le CEA et les entreprises allemandes pour une coordination de leur action commerciale en matière de retraitement. Débouchent en octobre 1971 sur la création d'UNIREP.*

*1970:* *mise en service de la tête oxyde de Windscale.*

*1970:* *création de AGNS (Allied Gulf Nuclear Services), détenue par moitié par Allied Chemical et par la Division nucléaire de Gulf Oil (qui céda ultérieurement ses parts à General Atomics Co). L'AGNS fut responsable du projet de l'usine de Barnwell en Caroline du Sud. Le projet fut interrompu en 1977.*

*1970:* *SGN passe de Saint-Gobain à Pont-à-Mousson.*

**17 mai 1970:** **arrêt des installations après la campagne de printemps. Le retraitement ne reprend que le 15 février 1971.**

**été 1970:** **mise en service de l'atelier de la SFU.**

**septembre-octobre 1970:** **contrat de sous-traitance entre Eurochemic et la JEN, pour le retraitement de combustibles de Saphir dans la «Planta Caliente M1» de Moncloa, seule installation capable de retraiter des CI de HEU de 20 à100% en Europe, inaugurée en 1967.**

*octobre 1970:* *mise en actif d'EUREX (Enriched Uranium Extraction Plant).*

**14 octobre 1970:** **création de la quatrième entreprise et dernière entreprise commune de l'AEEN, en liaison avec l'AIEA et la FAO, le «Projet international en matière d'irradiation de denrées alimentaires» à Karlsruhe (projet achevé en décembre 1981).**

**1971**

*1971:* *en réplique au Traité d'Almelo, la France annonce qu'elle construira une nouvelle usine d'enrichissement par diffusion gazeuse et recherche des partenaires. Cette démarche aboutit à la constitution d'EURODIF en 1972 et à la mise en service de l'usine de Tricastin en 1979.*

1971: clôture du programme belgo-anglais Vulcain à la suite du retrait britannique.

*1971:* *au Japon, début de la construction de Tokaï Mura par SGN et Japan Gasoline Corporation (JGC), sous la Direction de PNC.*

*8 janvier 1971:* *début du retraitement à EUREX.*

*1971:* *aux Etats-Unis, lancement par Atlantic Richfield Corporation (ARCO) d'un projet d'usine PUREX à construire en Caroline du Sud, près de Leeds, l'ARRC (Atlantic Richfield Reprocessing Center). N'est pas concrétisé.*

**mars 1971:** **la SFU prévoit de réaliser sur le site une installation de conversion de tétrafluorure en hexafluorure.**

**printemps 1971:** **mise en service d'un nouveau bâtiment de stockage des effluents de moyenne activité.**

**26 mai 1971:** **à Mol, séquestration du Conseil d'administration pendant 7 heures par le personnel.**

*23 août 1971 :* *création de KEWA (Kernbrennstoff-Wiederaufarbeitungs-Gesellschaft) pour préparer UNIREP. Les actionnaires sont Bayer AG 25%, Hoechst AG 25%, Gelsenberg AG 25%, Nukem GmbH 25%).*

*7 septembre 1971:* *mise en service de WAK avec du combustible de FR2, livré en 1970. Opérationnelle jusqu'en 1990.*

*septembre 1971:* *4[e] Conférence de Genève sur l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.*

*13 octobre 1971:* *le CEA, la BNFL (British Nuclear Fuels Limited) et KEWA s'associent (pour chacun 1/3) pour la commercialisation des services de retraitement dans la société de droit allemand UNIREP, qui a son siège à Francfort.*

**19 novembre 1971:** **le Conseil d'administration décide une fermeture rapide de l'usine de retraitement.**

**1972**

*1972:* *le CEA décide d'adapter UP2 La Hague au retraitement des PWR par un atelier de tête HAO (Haute activité oxyde). Au fur et à mesure de l'arrivée de combustibles PWR ou BWR, le combustible UNGG serait retraité par UP1 à Marcoule.*

*janvier 1972:* *première livraison de combustible irradié à la MFRP de Morris, dont la mise en service doit avoir lieu à la mi-1972.*

*1972 :* *création en Suisse de la CEDRA (Coopérative Nationale pour l'entreposage des déchets radioactifs) .*

**1972:** **fuite d'effluents faiblement radioactifs à la suite d'un problème dans la conduite de transfert des effluents vers la station du CEN.**

*25 février 1972:* *signature d'un protocole en vue de la réalisation d'Eurodif. Un Groupement d'intérêt économique est créé en juin 1972. Eurodif devient une SA le 9 octobre 1973. Le site de Tricastin est choisi en 1973.*

*mars 1972:* *l'usine de NFS (West Valley) est fermée pour modernisation et extension. En juin l'USAEC signifie que ces modifications nécessitent la délivrance d'un nouveau permis pour redémarrer. Aucun nouveau contrat ne peut être signé. En octobre NFS décide de ne pas rouvrir .*

**16 mars 1972:** **révision du programme quinquennal par le Conseil d'administration, prévoyant la fin de l'exploitation le 1[er] juillet 1974, le début des opérations de solidification des déchets, la réorganisation de la Direction et une réduction des effectifs. Cette décision est approuvée par le Groupe spécial en novembre 1972.**

**20 avril 1972:** **l'AEEN devient AEN à la suite de l'adhésion du Japon.**

**novembre 1972:** **ouverture de négociations avec le gouvernement belge, pour une éventuelle poursuite des activités de retraitement dans un cadre national.**

**novembre 1972:** **début de la construction d'une installation de bitumage (travaux de génie civil achevés fin 1973).**

*décembre 1972:* *BNFL et SGN annoncent un accord d'association pour combiner leur technologie de retraitement.*

**1973**

**1973:** **l'Australie adhère à l'AEN.**

*1973:* *premières livraisons de combustibles provenant des réacteurs à eau ordinaire à La Hague.*

1973: dans les négociations sur le site Eurodif, les Belges proposent un site près de la centrale de Tihange.

*26 septembre 1973:* *accident dans l'usine de retraitement de Windscale, mettant hors service la tête oxyde de l'installation. La remise en service dura 5 ans. En 1979 un incendie entraîna la fermeture définitive du bâtiment.*

**1974**

*1974:* *création de PWK par les 12 principales compagnies d'électricité allemandes intéressées au nucléaire.*

*1974:* *le Service atelier pilote (SAP) de Marcoule est à même de traiter dans TOP (traitement oxyde plutonium) des combustibles issus de réacteurs rapides, Rapsodie, KNK II et en partie de Phénix, pour lequel TOR (traitement oxyde rapide) est en construction.*

*1974:* *la crise pétrolière de 1973-1974 redonne du souffle aux projets de développement du retraitement.*
*L'Allemagne annonce un programme de gestion des déchets, le Projekt Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung. En février 1974, UNIREP annonce le lancement d'un projet de grande usine de retraitement, construite sous la responsabilité de KEWA. Uhde et Lurgi seraient chargés de l'étude préliminaire.*

*mai 1974:* *explosion d'un engin nucléaire dans le désert du Rajasthan en Inde, fabriqué à partir du plutonium fourni par le combustible d'un réacteur CANDU retraité dans l'usine de Trombay .*

*juillet 1974:* *abandon du projet de l'usine MFRP de Morris après plus de deux ans d'essais infructueux. Le procédé Aquafluor ne fonctionne pas. 64 M$ ont été investis en vain. Il faudrait dépenser 60 à 130 M$ supplémentaires pour adapter l'usine à un autre procédé.*

**1er juillet 1974:** **réorganisation d'Eurochemic dans la perspective de l'arrêt du retraitement.**

**27 juillet 1974:** **prorogation de la Société pour 5 ans afin de régler le problème des déchets avant liquidation.**

19 septembre 1974: création d'un «Groupe d'études Belgoprocess» ayant pour mandat d'examiner la possibilité de reprise par le gouvernement belge ou un nouveau groupe international.

30 septembre 1974: constitution du «Syndicat d'Etudes Belgoprocess»

*19 octobre 1974:* *L'usine de Tokaï Mura, en construction depuis 1971 est remise à son propriétaire. Le début de l'exploitation est prévu pour mars 1976.*

**1975**

*janvier 1975:* *l'USAEC est remplacée par l'ERDA (Energy Research and Development Administration) qui devient en 1977 le DoE (Department of Energy), et par la Nuclear Regulatory Commission ( NRC).*

**10 janvier 1975:** **mise hors service des cycles d'extraction de l'usine Eurochemic.**

**24 janvier 1975:** **fin des opérations de purification du plutonium et de la conversion en oxyde et donc des opérations de retraitement à Eurochemic.**

*QUATRIÈME PARTIE*

# La seconde vie de l'entreprise

## Du retraitement international à la gestion des déchets radioactifs belges

*Février 1975 – novembre 1990*

*Chapitre premier*

# La mise à l'arrêt de l'usine et la préparation du transfert à la Belgique par la Convention du 24 juillet 1978

***Janvier 1975 - janvier 1980*** [1]

Une fois la décision d'arrêt prise, l'après-retraitement fut préparé. Un programme de travaux fut défini, la coopération fut prolongée malgré la défection d'un pays et des négociations s'engagèrent pour la reprise du site.

Mais l'avancement des discussions fut retardé par des problèmes intérieurs belges et par la remise en cause, au niveau international, de l'activité du retraitement. Celui-ci avait en effet été directement mis en cause dans la lutte contre la prolifération des armements nucléaires menée par les Etats-Unis dans la seconde moitié des années soixante-dix. Ces derniers en vinrent à promouvoir dans le cycle du combustible une autre solution que le retraitement. La menace de mise au ban international du retraitement, combinée avec des évolutions nationales contrastées entre les pays membres vis-à-vis du développement de l'électricité nucléaire, compliquèrent donc considérablement la mise au point de l'accord sur l'avenir de l'installation qui ne devait intervenir que le 24 juillet 1978.

Pendant ce temps était exécuté sur le site, par une entreprise restructurée, un programme de mise en sécurité qui devait laisser ouverte la possibilité d'une reprise de l'activité industrielle et qui prolongea l'expérience technique vers des domaines encore inexplorés par la coopération européenne.

## La préparation de l'après-retraitement : principes de départ, prolongement de la vie de la Société et début des négociations avec la Belgique (1973-1975)

### *Le programme des travaux après le 1er juillet 1974*

Après la fixation par le Groupe spécial, le 8 novembre 1972, de la fin de l'exploitation au 1er juillet 1974, s'engagèrent des pourparlers avec les autorités belges. Un groupe de travail mixte Eurochemic-Belgique fut mis sur pied. Il fallait en effet aboutir à l'accord prévu par l'article 32 des Statuts[2] pour pouvoir terminer la coopération en menant à son terme la liquidation de l'entreprise.

Il s'agissait dans un premier temps de déterminer les conditions de sécurité pour les opérations de stockage et de démantèlement. En juin 1973 [3] le Directeur, Emile Detilleux, proposait un programme général de travaux, qui fut discuté lors de la séance du Conseil d'administration du 26 juin 1973 et dont les grandes lignes furent approuvées par le Groupe spécial lors de sa session du 27 novembre 1973.

Le Conseil d'administration dégageait un certain nombre de principes devant gouverner les travaux après l'arrêt du retraitement.

L'objectif général était de laisser place nette, c'est-à-dire de démanteler l'usine et de conditionner les déchets de façon à assurer la mise en sécurité du site. Les incertitudes sur le déroulement concret des opérations

---

[1] Le découpage chronologique du chapitre répond à une logique technique : en janvier 1975 se termine la purification du plutonium issu de la dernière campagne de retraitement. En janvier 1980 s'achèvent la décontamination et divers démontages. Un découpage politique aurait été possible mais aurait été moins pratique : juillet 1974 marque la fin de la période de 15 années prévue par la Convention pour la durée initiale de la Société, et en octobre 1979 a lieu la première étape du transfert du site à la Belgique en application de la Convention de juillet 1978.

[2] Article 32: «Lors de la liquidation, un accord interviendra avec le Gouvernement de l'Etat du siège et éventuellement avec les Gouvernements des pays dans lesquels seraient situées des installations de la Société, en ce qui concerne la reprise éventuelle de tout ou partie des installations ainsi que le stockage et la surveillance des déchets radioactifs».

[3] CA(73)7 et CA/M(73)2. NE/EUR/M(73)1.

étaient cependant grandes, car c'était la première fois qu'une telle entreprise était réalisée pour une installation de retraitement de cette taille[4].

Il était alors envisagé que le démantèlement et le conditionnement des déchets radioactifs commenceraient en 1974 et se termineraient pour l'essentiel en 1981. En ce qui concerne les déchets, l'absence de site de stockage définitif commandait un conditionnement sous forme transportable et la construction d'infrastructures de stockage intérimaire destinées à durer au moins cinquante ans. Les travaux seraient à réaliser sous la responsabilité financière d'Eurochemic, de préférence par une partie de ses employés. S'il avait été dans un premier temps envisagé de faire sous-traiter ces opérations, le Comité technique avait souligné l'intérêt qu'il y avait à utiliser un personnel connaissant bien les lieux. C'est sur ces bases que démarra le travail au fur et à mesure de l'arrêt des installations lors de la dernière campagne LEU de 1974-1975.

*La prolongation de la vie de la Société et le départ des Pays-Bas*

La mise en liquidation immédiatement après le 27 juillet 1974, c'est-à-dire au terme des 15 années envisagées initialement par la Convention, apparut rapidement comme difficilement compatible avec l'exécution des travaux nécessaires.

Le Groupe spécial chargeait donc dès le 10 juillet 1973 le Directeur général de l'AEN d'entamer les pourparlers avec les autorités nationales compétentes en vue de proroger l'existence de la société après 1974. Les négociations aboutirent – difficilement[5] – le 10 juillet 1974 à la décision prise par le Groupe spécial de prolonger la vie de la Société pour 5 ans, soit jusqu'au 27 juillet 1979. Cette résolution ne fut cependant pas prise à l'unanimité. L'Espagne s'abstenait ainsi que la Turquie, mais il fut admis que ces abstentions ne sauraient faire obstacle à la décision[6].

Les Pays-Bas avaient fait savoir au Groupe spécial dès le 4 juin 1974 qu'ils désiraient mettre fin à leur participation. Ils confirmaient le 10 juillet qu'ils quitteraient la Société avant le 1er janvier 1975. Le problème de la sortie tournait autour de la reprise des actions. Aucun nouvel actionnaire n'étant envisageable, il fallait qu'elles fassent retour à la Société. La reprise des actions par Eurochemic devait se traduire par une diminution du capital de l'entreprise. Des négociations s'engagèrent sur le montant du «ticket de sortie», dont le principe avait été énoncé par la Belgique. La base d'évaluation reposait sur une participation aux frais de mise en sécurité du site. Les négociations furent conduites à La Haye par l'AEN et les ministères concernés. Les autorités néerlandaises insistèrent pour qu'en contrepartie du paiement du ticket leur pays continue à recevoir des informations, notamment sur les problèmes de sécurité, et que les salariés néerlandais de l'entreprise ne soient pas pénalisés par un retrait. Elles reçurent des assurances sur ces points.

En septembre 1975 le Conseil d'administration[7] accepta le montant négocié du ticket de sortie, qui s'élevait à 185 millions de FB. Un contentieux se prolongea cependant sur les modalités de paiement. Lors de la vingt-quatrième séance du Groupe spécial le 22 juillet 1975, au cours de laquelle on nota que les Pays-Bas avaient cessé d'être actionnaires depuis le 27 juin, le problème n'avait pas été définitivement résolu. En 1977 le ticket était fixé à un montant non révisable de 180 millions de FB et les modalités de paiement jusqu'en 1981 furent définies.

Le précédent du départ néerlandais inquiéta beaucoup la Belgique, qui craignit de voir ainsi s'effilocher la solidarité entre les pays membres, à ses yeux indispensable pour négocier dans de bonnes conditions l'accord qu'il fallait trouver pour mettre fin aux activités de la Société. Ce départ amena le pays du siège à faire des concessions pour aboutir. En définitive seule la Turquie, actionnaire au demeurant très minoritaire, devait à son tour quitter la Société en 1980 [8]. Les autres pays s'acquittèrent jusqu'au bout de leurs obligations et restèrent dans la Société jusqu'à sa dissolution.

---

[4] Si NFS arrêta ses activités deux années avant Eurochemic, son démantèlement se heurta à des obstacles financiers considérables. Ce n'est qu'en 1982 que fut mis sur pied par les pouvoirs publics, i.e. l'Etat de New York, désormais propriétaire du site, et le DoE, un premier projet de démantèlement. En novembre 1991 ce projet ne semblait pas avoir beaucoup avancé puisqu'il était la cible de vives critiques dans un rapport américain, cf. RGN 1992,1,61. En France, AT1 commença à être démantelé après son arrêt en juillet 1979.

[5] La réunion du 14 juin ne permit pas de prendre de décision.

[6] Le Secrétariat développa à cette occasion un argumentaire juridique ad hoc sur «l'abstention positive».

[7] CA/M(75)4, p. 8.

[8] Cession d'actions approuvée par le Conseil d'administration le 2 juillet 1980. La fin de la participation turque fut effective le 26 avril 1981. Le montant du «ticket de sortie» fut de 7,996430 M FB. Source : Dossier Ticket de sortie.

***Les débuts de la négociation de la Convention avec le gouvernement belge (1973-1975)***

*La position initiale de la Belgique*

Dès le mois de mai 1973 le Comité Ministériel de Coordination économique et sociale (CMCES) s'était réuni une première fois pour «se prononcer sur l'attitude à adopter face à la volonté de mettre la société Eurochemic en liquidation». Un groupe de travail associant les diverses Directions des Ministères concernés[9] fut constitué pour suivre le dossier du côté belge, parallèlement aux travaux du groupe de travail Eurochemic-Belgique. Marcel Frérotte, qui était depuis décembre 1974 Directeur de l'Energie et qui, à ce titre, détenait le premier siège belge d'administrateur au Conseil d'Administration de la Société, fut également le Président du Syndicat Belgoprocess. Il allait donc tout au long de la négociation jouer un rôle clé[10].

Le 27 juin 1974 [11] le Ministre des Affaires économiques André Oleffe précisait, dans une lettre au président du Conseil d'administration, la position générale de la Belgique face au programme des travaux à exécuter. La lettre approuvait les éléments exposés précédemment dans les négociations[12], repris par le Conseil d'administration et le Groupe spécial[13] mais y ajoutait deux conditions essentielles pour l'avenir des négociations, l'un concernant le long, l'autre le court terme.

A longue échéance en effet le ministre considérait que la responsabilité d'Eurochemic en matière de surveillance et de stockage des déchets s'étendait au stockage final, donc «en fait sur de très longues décennies bien au delà de 1981», qui était à l'époque la date prévue pour l'achèvement des travaux. «Le gouvernement belge estime cependant que les pays membres pourraient s'acquitter de cette obligation par le dépôt d'une somme forfaitaire, à négocier, pour le financement des travaux et des charges du programme actuellement prévu».

A court terme le Ministre demandait que «pendant une période de 3 ans, à partir de juillet 1974, les installations [soient] maintenues dans un état permettant un nouveau démarrage de l'usine», délai rendant possible la création d'une nouvelle Société. La «mise en stand-by», suivant l'expression utilisée ultérieurement, était ainsi exigée, ce qui eut des conséquences sur la manière dont les opérations techniques furent menées dans l'usine après la fin du retraitement.

*L'exploration de l'hypothèse de reprise du retraitement sur le site en 1973-1975*

La création du Syndicat d'Etudes Belgoprocess

La demande de mise en "stand-by" traduisait la recherche par le Gouvernement belge de formules permettant de continuer l'exploitation de l'usine.

Elle s'appuyait sur une étude préalable, portant sur l'extension éventuelle de l'usine, menée à la demande belge en 1973 par le groupement ERSA, qui, outre Pechiney, réunissait AGIP (Italie), STEAG (Allemagne), Comprimo et Interfuel (Pays-Bas), ASEATOM (Suède) et Belgonucléaire[14].

Le 19 septembre 1974, le CMCES autorisait donc la création d'un Syndicat d'Etudes Belgoprocess, composé à 50% de représentants de l'Etat et à 50% de représentants des producteurs privés d'électricité, ces derniers étant regroupés dans SYNATOM[15]. Le syndicat fut constitué le 30 septembre 1974 et assista activement la délégation belge dans la négociation de la Convention. Lors du Conseil d'administration du 12 novembre 1974[16], le délégué belge fut ainsi en mesure de déclarer que la Belgique envisageait «très sérieusement» la création «d'une nouvelle société qui reprendrait l'usine existante en vue d'une extension de capacité et d'une

---

9 Dit «Groupe de travail interdépartemental».

10 Marcel Frérotte devait devenir le premier Président de l'ONDRAF/NIRAS, poste qu'il occupa jusqu'à la fin de son mandat en 1991. Il avait pris sa retraite de Directeur général de l'énergie en 1985.

Sa vision des événements constitue un témoignage historique précieux sur la période, FREROTTE M. (1988). *Intercommunale* est une revue trimestrielle publiée par Intermixt, Association des administrateurs représentant les communes et les provinces dans les intercommunales mixtes de gaz, d'électricité et de télédistribution. L'article lui-même et le dernier état du manuscrit ont été transmis par son auteur.

11 Lettre reproduite in NE/EUR(74)3.

12 CA(73)7, p. 5 à 7 du 12 juin 1973.

13 Cf. ci-dessus.

14 D'après Marcel Frérotte, p.6. Earl Shank, alors Directeur de la filiale belge de Comprimo, estime qu'un certain nombre d'industriels européens auraient été alors éventuellement intéressés par une reprise.

15 90% de la production belge étaient réalisés par des producteurs privés. Depuis 1969 Synatom servait au regroupement de leurs intérêts communs dans la gestion du cycle du combustible des centrales belges. En février 1972 par exemple Synatom est, avec le CEN et BN, membre du Syndicat belge pour la séparation isotopique signataire du protocole en vue de la réalisation d'Eurodif. En 1984 l'Etat belge devint actionnaire à 50% de Synatom.

16 CA/M(74)2, p. 9.

exploitation dans un cadre industriel et commercial»[17]. La nouvelle société serait contrôlée à au moins 51% par des capitaux belges mixtes, répartis également entre l'Etat et Synatom. La capacité de retraitement serait portée à 300 t/an. L'usine aurait comme but principal le retraitement des combustibles des cinq réacteurs de puissance belges, Doel 1, 2, 3 et Tihange 1 et 2. Les études menées alors mirent en évidence que la petite taille de l'usine la rendrait également intéressante pour le retraitement de combustibles qu'il n'était pas possible ou prévu de retraiter ailleurs[18], les combustibles exotiques ou «moutons à cinq pattes», ainsi que les petits tonnages[19].

Cette volonté de prolonger l'existence de capacités de retraitement en Belgique s'inscrivait dans le droit fil de la position antérieure de cet Etat. Mais le désir d'en faire une entreprise majoritairement belge était lié au contexte international immédiat, qui semblait stimuler le développement de l'industrie électronucléaire.

Le Syndicat d'Etudes Belgoprocess traduit en Belgique l'euphorie nucléaire de 1974-1975 et le contexte économique alors favorable au retraitement européen

L'alourdissement de la facture pétrolière consécutif au premier choc pétrolier d'octobre 1973 - janvier 1974 entraîna la décision d'accélérer les programmes d'équipement en centrales dans la plupart des pays européens disposant d'une technologie électronucléaire[20]. La Belgique ne fit pas exception. En 1974 les compagnies d'électricité publièrent un important programme d'extension de leurs centrales. L'accroissement prévisible des capacités relança dans certains pays européens les espoirs de bouclage national du cycle du combustible par l'érection d'usines de retraitement.

En février 1974, UNIREP avait annoncé le lancement d'une étude préliminaire de l'usine de retraitement allemande, qui fut commandée à Uhde et Lurgi sous la responsabilité de KEWA[21]. Un grand projet associant retraitement et unités de gestion des déchets fut lancé dans l'année, où est conceptualisée la notion "d'Entsorgung"[22]. En juillet 1975 il se concrétisa avec la création de la Société PWK[23], qui réunissait la plupart des compagnies d'électricité allemandes pour le financement de la construction par KEWA d'une grande usine, puisqu'une capacité de 1500 t/an était envisagée.

Les projets furent également relancés tant en Espagne qu'en Suède dans le courant de 1975 et officiellement annoncés au milieu de l'année 1976 [24], pour des usines de grande capacité, respectivement de 1000 et de 800 t.

Pour la Belgique, qui disposait avec Eurochemic d'une usine et du personnel qualifié[25] pour la faire tourner, il y avait là une opportunité à ne pas manquer.

Du point de vue purement conjoncturel existait de surcroît une sorte de "reprocessing gap" à exploiter rapidement. Entre septembre 1973 et mai 1975, l'usine était en effet la seule usine au monde capable de retraiter des combustibles irradiés dans des réacteurs à eau ordinaire.

La Grande-Bretagne ne disposait plus de capacités à la suite de l'accident du 26 septembre 1973. La France n'en avait pas encore, car les travaux de greffe de l'atelier Haute activité oxyde (HAO) sur UP2 se poursuivaient à La Hague[26]. WAK était alors en arrêt prolongé et ne fut remise en service qu'en mai 1975, mais ses capacités de retraitement étaient plus faibles que celles d'Eurochemic.

Aux Etats-Unis la situation du retraitement civil était catastrophique : il avait été décidé en octobre 1972 de fermer l'usine NFS de West Valley[27]. En juillet 1974 la General Electric jetait l'éponge après plus de deux

---

17 Ibidem p.10.

18 Rappel dans SYBELPRO (1983), Exhibit 3 p. 3.

19 C'était là la reprise du «profil bas» envisagé par certains comme solution pendant la crise de 1970-1972, cf. 3e Partie, chap. 3.

20 Le 5 mars 1974 le premier ministre français Pierre Messmer lançait par exemple le programme électronucléaire français. Sur la genèse du «plan Messmer», cf. BOITEUX M. (1993), pp. 149-150.

21 AtW, 1974,60. Ce projet sera cependant vite interrompu.

22 AtW 1974,340 à 346: "Projekt Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung". "Entsorgung" est adopté comme clé d'index dans AtW pour la première fois en 1975.

23 Projektgesellschaft Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen.

24 Pour la Suède voir RGN, 1977, 1, 61. Pour l'Espagne RGN 1976,4,361.

25 Le personnel est alors très majoritairement belge, 122 sur 170 en 1975.

26 HAO entra en fonctionnement en mai 1976.

27 Il y a deux versions de la fermeture de West Valley. La première la place en octobre 1972 lorsque l'autorisation de reprise du retraitement après extension des capacités est subordonnée par les autorités américaines à de nouvelles démarches, concernant notamment la solidification du plutonium et des mesures antisismiques et anti-tornades. Le coût de ces nouvelles mesures décuplait l'investissement initial et rendait encore plus illusoire la rentabilité de l'entreprise. Le seconde fait de West Valley une des victimes de la politique antiretraitement des gouvernements Ford

années d'essais infructueux du nouveau procédé Aquafluor dans l'usine MFRP de Morris. L'usine AGNS de Barnwell (1500t) était alors seule en construction et il était prévu que les premier essais à froid aient lieu en 1976 [28].

Au Japon enfin, l'usine de Tokaï Mura abordait la phase des essais à froid en novembre 1975.

L'inflexion des positions initiales de la Belgique

Cette proposition de création d'une nouvelle société belge entraîna une évolution de la position de la Belgique en ce qui concernait les obligations financières d'Eurochemic. Si celles qui étaient relatives au conditionnement et au stockage des déchets radioactifs étaient maintenues dans leur intégralité, les dépenses de démantèlement étaient réduites à 1/3, la nouvelle société pouvant envisager d'en prendre à sa charge les deux tiers.

Le groupe de travail Eurochemic-Belgique explora donc en 1975 cette nouvelle hypothèse.

**L'avenir d'Eurochemic face aux incertitudes politiques belges et dans la tourmente internationale – La longue négociation de la Convention (1975-1978)**

L'évolution de la situation intérieure belge gela cependant toute possibilité de décision jusqu'à l'automne 1976. De plus, dès la fin de 1975, le contexte international du retraitement commença à changer pour se retourner totalement en 1976 et 1977. On conçoit, dans ces conditions, que l'avancement des négociations fut difficile .

***Une année suspendue à attendre le débat parlementaire belge sur l'énergie : la première Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire et le «Rapport des sages» de mars 1976***

*La promesse de débat parlementaire*

En Belgique[29] le développement des sensibilités écologiques avait conduit dès 1973 le gouvernement à promettre un débat parlementaire sur la politique de l'énergie. L'accélération du programme d'équipement en centrales nucléaires consécutive au premier choc pétrolier avait suscité la publication en 1974 du «Manifeste des 400», un document critique signé par 400 scientifiques et universitaires.

*Constitution d'une Commission*

En mars 1975 le ministre des affaires économiques, André Oleffe, créait, pour préparer ce débat[30], une Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire, placée sous la co-présidence de deux professeurs d'université de Bruxelles et de Gand, André Jaumotte et Julien Hoste. La Commission devait dans les six mois «faire rapport sur les aspects économiques du recours à l'énergie nucléaire, les solutions alternatives, la sécurité, la santé, l'écologie et enfin le cycle du combustible. Le rapport devait couvrir la totalité des problèmes soulevés, y compris les questions, critiques ou préoccupations tant en Belgique qu'à l'étranger». Outre ses conclusions, le rapport devait comporter des recommandations[31].

La Commission comportait, outre ses deux présidents, neuf assesseurs, dix-sept rapporteurs et soixante-huit experts. Il s'agissait essentiellement d'universitaires, de fonctionnaires ou d'employés des institutions nucléaires. La «société civile» n'était associée au rapport que par un droit de questionnement exercé par «trois grandes organisations syndicales» et par Interenvironnement. La Commission était divisée en huit groupes spécialisés. Le huitième, qui était chargé du cycle du combustible, était composé de 14 Belges. 12 appartenaient

---

et Carter. Cette version permettait d'attribuer à une mesure politique ce qui était en fait la sanction d'un échec économique et surtout technique, comme le montre le dérapage radiologique présenté a la 3e Partie, chap. 4. Les exigences de rentabilité furent également une cause du dérapage des doses.

28 Les essais à chaud n'eurent jamais lieu. La Nuclear Regulatory Commission (NRC) mit comme prélable au lancement de la procédure d'attribution de la licence d'exploitation le règlement du problème de la solidification du plutonium et des déchets. Le chiffrage de ces exigences se montait à 1 milliard de dollars qui devaient s'ajouter aux 360 millions déjà investis. Les actionnaires renoncèrent alors, d'autant que l'obtention de la licence d'exploitation n'était pas acquise, en particulier en raison du contexte politique général évoqué plus loin.

29 La version du 15 janvier 1992 du texte préparé par le Baron André Jaumotte pour l'ouvrage préparé sous la direction de J. Vanderlinden, *la Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire dite commission des sages»* est utilisée ici, ainsi que HOSTE A., JAUMOTTE A. (1976). Le rapport du Groupe VIII comporte 150 pages, le recueil étant paginé par Groupe.

30 Le délai extrêmement long entre l'annonce du débat et sa tenue amène à se demander si l'objectif n'était pas de le retarder....

31 Draft de l'article d'A. Jaumotte, p. 1., par VANDERLINDEN J. dir (1994).

au CEN/SCK, deux à Eurochemic, Emile Detilleux et Alexis Osipenco[32]. Le délai imparti se révéla trop court et le rapport ne fut remis qu'en mars 1976.

*Des conclusions favorables au retraitement belge*

Les conclusions en matière de retraitement furent sans surprise en raison de la composition même de la Commission : la Belgique devait retraiter ou faire retraiter la totalité de ses combustibles et développer les technologies de traitement et de stockage des déchets. Le rapport de synthèse des Groupes[33] évoque le déficit européen en matière de retraitement et les conséquences qu'ont, sur les «petits pays», la concentration du retraitement européen en France, au Royaume-Uni et en Allemagne: «En raison du déficit en capacité et du manque d'enthousiasme de ces grands pays pour traiter et stocker sans contrepartie des déchets des autres, quelques plus petits pays européens se retrouvent dans une situation pénible en ce qui concerne le retraitement et ceci surtout à court et moyen terme»[34].

Le rapport évalue «les besoins pour satisfaire la demande des réacteurs actuellement en commande (6000 MWe) à 180 t/an en 1985, et à 300 t pour 1990». Il souligne l'intérêt de l'usine d'Eurochemic et du projet de reconversion «par un groupe belge à une capacité qui correspondrait aux besoins nationaux. Ceci pourrait être une étape très importante pour la sauvegarde du programme nucléaire belge».

L'usine de 300t [35] alors envisagée couvrirait les besoins de 10 000 MWe et pourrait retraiter à 5000-6000 FB/kg, soit un prix «du même ordre que celui prévu dans les autres pays».

Le point le plus important est le passage d'une proposition de coopération internationale renouvelée à la formulation d'un projet de société mixte nationale.

Le rapport général qui reprenait les conclusions des rapports spécialisés apportait sur le retraitement quelques éclairages complémentaires[36] : «des mesures doivent être prises pour que le combustible irradié puisse être retraité dans des délais raisonnables, et ce, pour les raisons suivantes :

- le retraitement constitue une étape essentielle dans le conditionnement des déchets radioactifs ;
- la possibilité d'utiliser le plutonium dans les réacteurs implique le développement, en temps utile, d'une capacité de retraitement suffisante ; [les besoins nationaux seraient en 1988 de l'ordre de 300 t/an] ;
- en matière de retraitement, il semble très difficile, en ce moment, de conclure des contrats de longue durée avec des firmes étrangères; en l'absence de tels contrats, il sera nécessaire que la Belgique dispose de sa propre chaîne de retraitement d'une capacité correspondante à la puissance installée ;
- le retraitement du combustible peut encore être amélioré, notamment en ce qui concerne l'émission de produits de fission volatils radioactifs, le conditionnement et la récupération du plutonium, le conditionnement des déchets très actifs, l'extraction du tritium et des gaz nobles, des gaz résiduels, le retraitement de nouveaux types de combustibles, etc. Il est absolument indispensable de poursuivre les recherches dans ce domaine en prévision d'une importante extension de ce secteur».

*Un débat parlementaire escamoté ?*

Les conséquences du rapport furent limitées, comme l'écrit André Jaumotte dans son article : «Malheureusement, le document remis au Ministre en mars 1976 n'a pas été suivi du débat parlementaire sur la politique énergétique qu'il était censé préparer». Il fut cependant distribué aux parlementaires et inspira les démarches gouvernementales.

En ce qui concerne les négociations sur Eurochemic, le résultat le plus notable fut de retarder leur avancement. Or, pendant l'année de préparation du rapport, le contexte international du retraitement avait profondément changé.

---

32 Le premier était le Directeur général, le second, chef de la Division Santé-Sécurité, avait été mis à disposition d'Eurochemic par le CEN/SCK.

33 Rapport du Groupe VIII, p. 5 à 7.

34 ibidem p. 6.

35 Cette estimation, manifestement trop optimiste, a pour but de «pousser» le dossier. D'ailleurs le tonnage prévu en décembre 1976 devant le Conseil d'administration d'Eurochemic n'était plus que de 60 t/an (cf. infra).

36 Cité par FREROTTE M. (1988), p. 9.

***Le retraitement sur la sellette internationale : l'opposition américaine***

*Les conséquences de la bombe indienne et les effets du premier choc pétrolier*

L'entrée de l'Inde dans le club des puissances nucléaires coïncida avec le développement des exportations de technologie européenne, en particulier nucléaire, dans le contexte du premier choc pétrolier. Cette situation aviva les craintes américaines, lança, pour reprendre les expressions de Bertrand Goldschmidt, «la bataille du plutonium»[37] et créa «une discontinuité dans la politique nucléaire du monde non communiste»

Les inquiétudes américaines face aux dangers de prolifération

L'Inde accéda au rang de puissance nucléaire à la suite de l'explosion souterraine qui eut lieu dans le désert du Rajasthan en mai 1974. Cette accession était clairement liée à des importations de technologie occidentale[38]. Les Etats-Unis s'inquiétèrent donc plus encore qu'auparavant des dangers de prolifération entraînés par les exportations de matières fissiles, d'usines ou de laboratoires de retraitement.

Depuis le milieu des années soixante, ils avaient tenté, conjointement avec les deux autres premières puissances nucléaires, de freiner et de contrôler cette menace avec la négociation du Traité de Non-Prolifération[39]. Ils avaient amplifié leurs efforts après mars 1970 pour accroître le nombre des Etats signataires du Traité[40], mais l'explosion indienne les amena à utiliser également d'autres voies, notamment pour ralentir les ardeurs exportatrices des pays d'Europe continentale.

La France, l'Allemagne et l'Italie, exportateurs de technologie du cycle nucléaire accentuaient l'inquiétude américaine

Deux contrats sensibles du point de vue des risques de prolifération furent en effet signés pendant l'été 1975 par l'Allemagne et la France et concernaient directement le retraitement, alors que l'Italie passait un accord plus général concernant le cycle du combustible.

Dans le cadre de l'accord d'association nucléaire conclu le 27 juin 1975 à Bonn entre la RFA et le Brésil, Nuclebras et un consortium allemand associant KEWA et F. Uhde GmbH signèrent en effet un contrat pour la construction d'une installation pilote de retraitement d'une capacité de 10 kg d'uranium par jour utilisant le savoir-faire de l'usine-pilote allemande de WAK. L'annonce de ce contrat suscita un véritable tollé dans la presse américaine[41].

A la fin de l'été la France négocia quant à elle un accord avec la Corée du Sud prévoyant notamment la fourniture d'une usine pilote de retraitement[42]. Les pressions exercées sur la Corée par les Etats-Unis amenèrent cette dernière à renoncer unilatéralement au bénéfice du contrat avant la fin de l'année[43]. Mais la France trouva un nouveau partenaire. Elle signa en mars 1976 un accord avec le Pakistan[44].

---

37 GOLDSCHMIDT B. (1980) lui consacre un chapitre, pp. 414-444.

38 La première bombe chinoise de 1964, qui était une bombe à l'U 235 à la différence des autres «premières bombes», dérivait probablement des exportations de technologie soviétiques réalisées dans les années cinquante, avec la construction d'une usine d'enrichissement dans le Sin Kiang. Cf. GOLDSCHMIDT B. (1980), p. 172-173.

L'usine de plutonium indienne est décrite dans SETHNA H.N., SRINIVASAN N. (1965). La technologie de l'usine de retraitement de Trombay est classique, fondée sur le procédé PUREX. La mise au point était purement indienne, mais s'appuyait sur les sources internationales publiées. Le plutonium de la bombe avait été extrait d'un combustible canadien. Homi Sethna, qui dirigea la construction de Trombay, devint en 1972 le Président de la Commission atomique indienne et mena le programme plutonium de l'Inde. En 1974 une nouvelle usine de retraitement, celle de Tarapur, était en construction. Sa mise en route en 1977 fut annoncée par l'Inde en avril 1978. Sur l'explosion indienne cf. GOLDSCHMIDT B. (1980), p. 220-222.

39 Les matières fissiles produites par le retraitement ainsi que les éléments d'équipement des usines sont visés par l'article III, §2 du TNP: «Each State Party undertakes not to provide: (a) source or special fissionable material, or (b) equipement or material especially designed or prepared for the processing, use or production of special fissionable material, to any non-nuclear-weapon state, unless the source or special fissionable material shall be subject to the safeguards required by this article« (renvoi au §1 de l'article).

40 Cent-onze pays avaient signé le Traité à la fin des années soixante-dix.

41 Cf. l'analyse in LOWRANCE W.L. (1977), pp. 201-221.

42 RGN (1975) 4, p.301. Selon R. Rometsch, parallèlement, mais dans la plus grande discrétion, un contrat était signé entre SGN et Israël pour un atelier à Dimona.

43 En 1982 la Corée revint à la charge en annonçant son intention de construire une unité de 200 t/an. RGN (1982) 3, p. 297.

44 Il y avait en fait un contrat franco-pakistanais, sur lequel se greffait un accord trilatéral spécial incluant l'AIEA portant sur le contrôle de l'utilisation pacifique de l'installation, dans la mesure où ni la France ni le Pakistan n'étaient signataires du TNP.

En janvier 1976 l'Italie à son tour avait annoncé la conclusion d'un accord avec l'Irak, portant en particulier sur le cycle du combustible.

Ces contrats étaient du côté des Européens surtout motivés par la nécessité de se procurer des devises pour faire face à l'augmentation de la facture pétrolière. A ce titre ils s'inscrivent dans la longue liste des exportations d'usines clés en main ou de services d'ingénierie de ces années. C'est pourquoi l'immixtion américaine dans l'affaire coréenne fut ressentie en France comme un épisode de la guerre commerciale, monétaire et financière mondiale engagée après le choc pétrolier[45]. Les motivations des pays clients étaient cependant probablement plus en rapport avec les inquiétudes américaines, comme le prouva l'inflexion des négociations franco-pakistanaises décrites plus loin.

Mais les pressions bilatérales ne constituaient qu'un des aspects d'une politique américaine qui allait à la fois se raidir et se déployer tous azimuts à intérieur comme à l'extérieur, dans les relations bilatérales autant que multilatérales.

*Du «moratoire Ford» à la «renonciation Carter» – La mort du retraitement civil américain et le Nuclear Non Proliferation Act (NNPA) – 1976-1978*

La position américaine se durcit encore pendant l'été à cause d'un rapport de la CIA qui faisait peser des soupçons sur Taïwan, les inspecteurs de l'AIEA ayant constaté la disparition de dix barreaux de combustible du réacteur de recherche de ce pays.

La conclusion politique fut tirée à la fin du mois d'octobre 1976 par le Président Gerald Ford en ce qui concernait les activités nationales. Celui-ci annonçait que les Etats-Unis renonçaient au retraitement et au recyclage du plutonium «à moins qu'il n'y ait une raison valable prouvant que la Communauté mondiale peut effectivement surmonter les risques associés de prolifération». Cette décision entraîna l'arrêt de mort des projets américains en cours. Les essais furent interrompus dans l'usine de Barnwell et l'annonce faite au début de l'année par Exxon Nuclear de la construction d'une grande usine – 1500 t de capacité, ultérieurement extensible à 2100 t – à Watts Bar, près d'Oak Ridge, resta lettre morte. Comme l'avait déclaré Gerald Ford, «l'élimination du risque de prolifération doit avoir la priorité sur les intérêts économiques»[46].

L'élection de Jimmy Carter n'assouplit en rien cette position. Elle la renforça bien au contraire.

Le 7 avril 1977, le nouveau Président annonçait en effet, dans l'exposé des motifs de son programme énergétique[47], que «les Etats-Unis sont très préoccupés par les conséquences que pourrait avoir, pour tous les pays, un accroissement de la dissémination des armes nucléaires ou des explosifs. Nous croyons que ces risques seraient fortement accrus si se répandaient des technologies «sensibles» qui permettent un accès direct au plutonium, à l'uranium très enrichi ou à d'autres matériaux qui peuvent servir pour fabriquer des armes». Le retraitement était donc directement visé.

Il en découlait six décisions. La première était la suivante : «D'abord nous ajournerons indéfiniment le retraitement et le recyclage à fins commerciales du plutonium produit aux Etats-Unis. Nous sommes parvenus à la conclusion, à partir de notre propre expérience, qu'*un programme viable et économique en ce qui concerne l'énergie nucléaire peut être maintenu sans ce retraitement ni ce recyclage* [48]. L'usine de retraitement de Barnwell (Caroline du Sud) ne recevra ni soutien ni financement fédéral»[49].

La sixième décision concernait les conséquences externes de cette nouvelle politique: «Nous continuerons à mettre l'embargo sur l'exportation d'équipements et de technologies qui rendraient possible l'enrichissement de l'uranium et le retraitement chimique.... [Pour permettre aux pays] de réaliser leurs objectifs en matière d'énergie tout en réduisant le danger de dissémination d'armes nucléaires [...] nous explorerons la possibilité d'établir un programme international d'évaluation du cycle du combustible nucléaire destiné à développer d'autres cycles».

Cette déclaration venait cependant tard, dans la mesure où la technologie du retraitement n'était plus depuis longtemps l'apanage des seuls Etats-Unis. Elle avait cependant pour objet de geler la situation.

---

[45] Cf. par exemple RGN (1977), 2, p. 129 sq. les réactions française à la déclaration Carter (cf. infra).

[46] RGN (1976) 6.

[47] Extrait de la déclaration reproduite dans RGN (1977) 2, p. 129.

[48] Cette déclaration marque l'acte de naissance du «cycle direct», cf. infra à propos de l'INFCE.

[49] La déclaration signa l'arrêt de mort de l'usine. Toutes les tentatives pour la ranimer échouèrent.

Dans le droit fil de ce discours entra en vigueur le 10 mars 1978 le "Nuclear Non-Proliferation Act" qui eut, dans le domaine du retraitement, pour résultat de bloquer pendant des années les transferts pour retraitement des combustibles d'origine américaine[50].

Mais les dispositions internes, même si elles entraînaient des conséquences dans les pays signataires d'accords bilatéraux, devaient être prolongées par des efforts au niveau international. Ceux-ci se déployèrent «tous azimuts».

*La remise en cause internationale du retraitement*

Les pressions bilatérales

La renonciation nationale s'accompagnait en effet de l'intensification des pressions bilatérales. Elles furent relativement efficaces et aboutirent à un moratoire de fait, puisque le 16 décembre 1976 le gouvernement français annonça sa décision «de ne plus autoriser jusqu'à nouvel ordre [...] la vente à des pays tiers d'installations industrielles de retraitement des combustibles irradiés»[51]. Mais cette résolution n'avait pas d'effet rétroactif et ne concernait donc pas le Pakistan.

Le contrat franco-pakistanais ne fut cependant pas exécuté. Les pourparlers traînèrent en longueur. En novembre 1978 [52], les négociations toujours en cours achoppèrent sur l'exigence française d'apporter des modifications pour diminuer le caractère sensible de l'installation, ce qui reflétait donc la prise en compte des dangers de prolifération dénoncés par les Etats-Unis. Le Pakistan, qui désirait s'en tenir aux termes de l'accord conclu, avait déjà versé 88 M FF sur les 168 M prévus. La France finit par dénoncer unilatéralement le contrat, ce qui entraîna la persistance pendant de longues années d'un contentieux financier entre les deux pays[53].

En Allemagne le résultat fut identique mais la chronologie inverse. Dans un premier temps, en mars 1977, à la suite de pressions conjointes des Etats-Unis et de l'URSS[54], l'Allemagne renonçait à livrer l'atelier de retraitement au Brésil. Dans un second temps, le 17 juin 1977, elle abandonnait tout projet de contrat portant sur le retraitement.

Mais l'opposition américaine en matière de retraitement était limitée aux transferts de technologie et d'équipement. Le Japon passa ainsi des contrats de retraitement tant avec la Cogéma, qui avait repris depuis 1976 les activités du cycle du combustible du CEA, qu'avec BNFL le 30 septembre 1977. Le même mois les Etats-Unis autorisaient pour deux ans le retraitement dans l'usine pilote de Tokaï Mura de combustibles d'origine américaine, à condition, il est vrai, que des installations de co-traitement du plutonium produit soient construites pour diminuer les risques de détournement[55]. Ainsi put démarrer la première campagne de Tokai en novembre 1977. Enfin en 1978 Georges Besse, alors Président de la Cogéma, pouvait faire signer par 32 compagnies d'électricité un contrat, appelé dans la presse l' "UP3 Service Agreement", permettant d'envisager la construction d'une grande usine de retraitement située à côté d'UP2 à La Hague et destinée à retraiter les combustibles étrangers. L'usine était française, mais la future clientèle qui participait à la construction était étrangère[56].

La concentration des efforts américains sur les exportations de technologies se fit également sentir au sein du Club de Londres.

---

50 Une longue et excellente analyse à chaud de l'histoire et du contenu du NNPA est donnée dans WIESE W. (1978). Il souligne que ses dispositions stimulent l'enrichissement européen, en particulier Eurodif, mais menacent particulièrement le retraitement, notamment les projets allemands.

51 Cité dans RGN (1976) 6, p. 356.

52 RGN (1978) 5, p. 434. D'après des témoignages oraux, certaines livraisons avaient déjà été faites, notamment une cisaille et des plans. Peu après une firme suisse reçut commande de l'installation de ventilation.

53 Ce dernier ne fut résolu -par déplacement du problème en fait- qu'au cours du voyage effectué par François Mitterrand à Islamabad le 21 février 1990, par un projet de vente de centrale nucléaire [RGN (1990) 1, pp. 46-47], qui devait lui-même déboucher sur un autre contentieux.

54 Dénoncés par la presse allemande comme des "Querschüsse", littéralement des coups de fusil en biais, des agissements sournois.

55 RGN (1980),4, pp. 363-364. Tokai Mura devait en effet retraiter des combustibles d'origine américaine, pour lesquels existait dans les contrats un droit de veto américain sur le retraitement. Les Etats-Unis tentèrent d'exercer ce droit pour bloquer le retraitement japonais. L'AIEA joua les bons offices et proposa un régime spécial d'inspection.

56 Cf. 5e Partie, chap. 2.

Pressions multilatérales au sein des organismes et des organisations internationales

Les problèmes d'exportation de technologies nucléaires furent mis sur la table lors des négociations qui, au sein du Club de Londres[57], avaient commencé dès 1974 pour aboutir en septembre 1977 à l'adoption d'un «code de bonne conduite»[58]. Ce dernier, approuvé par les 15 membres du club[59], fut rendu public par le Département d'Etat américain le 11 janvier 1978 [60].

La renonciation nationale américaine s'accompagnait également d'efforts en vue de l'organisation de structures de coopération et de contrôle international dans le domaine du cycle du combustible. L'enceinte choisie était l'AIEA, mais les Etats-Unis étaient également devenus en octobre 1976 membres de l'AEN.

Ces efforts se traduisirent, entre 1975 et 1977, par le projet des centres régionaux du cycle du combustible puis, de 1977 à 1980, par l'organisation à l'initiative des Etats-Unis de l'Evaluation Internationale du cycle du combustible nucléaire, à laquelle participèrent quarante pays et quatre organisations internationales, l'AIEA, qui en publia les travaux, les Communautés européennes (CE) représentée par leur Commission, ainsi que les deux agences spécialisées de l'OCDE, l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), créée au sein de l'OCDE à la suite du premier choc pétrolier, et bien sûr l'AEN.

Une tentative de neutralisation du danger de prolifération par l'internationalisation. Eurochemic au cœur du projet des «centres régionaux du cycle du combustible nucléaire» (RNFCC [61]) de l'AIEA.

Dès la fin de 1975, en réaction aux contrats allemands et français et en raison des difficultés rencontrées par le retraitement commercial national, les Etats-Unis avaient lancé l'idée d'établir des «centres multinationaux de retraitement» qui auraient permis à la fois un contrôle et un financement du retraitement[62]. L'AIEA avait mis sur pied en 1975 un «projet d'études sur les centres régionaux du cycle du combustible nucléaire»[63], avec le soutien financier du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, de la BIRD et du Gouvernement des Etats-Unis.

Un tel projet d'internationalisation du retraitement ne pouvait qu'être favorable à la survie de l'entreprise de Mol et à la reprise du retraitement international, sous l'égide de l'AIEA ou d'Euratom par exemple.

Il était largement structuré par Eurochemic ou par des anciens d'Eurochemic, dont l'expérience fut largement utilisée et qui détenaient un nombre important de postes-clés dans les différents commissions[64]. Rudolf Rometsch, Directeur général adjoint de l'AIEA, assurait avec une équipe de l'Agence de Vienne la révision finale du rapport de synthèse. La «famille Eurochemic» chapeautait cinq des douze comités : E.M. Lopez-Menchero, qui avait à l'époque rejoint l'Espagne, était consultant principal sur le problème du contrôle des matières nucléaires, Pierre Huet et Pierre Strohl s'occupaient des aspects institutionnels et juridiques, Emile Detilleux du retraitement, Franz Marcus, qui avait rejoint le Danemark, de la gestion des déchets, et H.Keese, qui avait regagné l'Allemagne, du transport des matières radioactives.

L'objectif du projet RNFCC était le suivant : "to examine the economic safety, safeguards and security aspects of a *multinational as opposed to a wholly national nuclear fuel cycle approach*, and to develop a methodology whereby member states might make decisions together as appropriate in order to meet their fuel cycle requirements" [65].

Le projet fut publié en 1977. Il soulignait les nombreux avantages d'une gestion internationale des segments sensibles du cycle du combustible, s'inscrivant à bien des égards dans la logique du contrôle par l'internationalisation déjà présente dans la proposition Lilienthal-Acheson[66] qui avait cheminé après son rejet

57 Le Club de Londres trouvait son origine dans l'article 3.2 du TNP portant sur les exportations. Le contrôle de celles-ci par une organisation internationale se heurtait au principe de souveraineté nationale. Une simple association fut préconisée par un Comité de l'AIEA.

58 RGN (1977) 6, p. 528.

59 Etats-Unis, URSS, France, Grande-Bretagne, Japon, RFA, RDA, Canada, Belgique, Pays-Bas, Italie, Pologne, Tchécoslovaquie, Suède et Suisse.

60 L'Accord de Londres comprenait cinq dispositions principales qui n'interdisaient pas les exportations, mais les assortissaient en particulier de mesures strictes de contrôle quant à leur non-utilisation à des fins militaires. L'application en fut cependant difficile car le contrôle concernait les installations spécifiquement nucléaires, non les pièces détachées ou les équipements non nucléaires.

61 Regional Nuclear Fuel Cycle Centers.

62 Cette idée avait été lancée par Henry Kissinger au début des années soixante-dix, comme complément du TNP.

63 Study Project on Regional Nuclear Fuel Cycle Centers (RFCC). AIEA(1977).

64 AIEA(1977), vol. 1, pp. 105-123.

65 AIEA(1977), vol. 2, Foreword, non paginé.

66 Cf. 1er Partie, chap. premier.

pendant toutes les années cinquante avant d'être, on s'en souvient, une des causes de la naissance du projet Eurochemic.

Mais la position des Etats-Unis vis-à-vis du retraitement avait évolué entre la date de départ du projet en 1975 et celle de son achèvement en 1977. Alors qu'au départ ils poussaient le projet RNFCC, ils tentèrent ensuite d'en empêcher la publication, préférant, à la solution de repli que constituait le «retraitement international», la renonciation pure et simple à l'activité, vision qu'ils tentèrent de faire avancer lors de l'INFCE [67]. La publication du rapport fut cependant obtenue par la conjonction des efforts du Directeur général de l'AIEA Sigwald Eklund, et de Rudolf Rometsch. Il n'eut bien entendu aucune suite, mais cet épisode constitua pour les anciens d'Eurochemic une sorte de «baroud d'honneur» pour sauver le retraitement international.

Naissance du «cycle sans retraitement»[68] – L'évaluation internationale du cycle du combustible nucléaire (INFCE [69])

La réflexion sur les RNFCC fut relayée par l'INFCE qui se tint d'octobre 1977 à février 1980 [70]. Le Communiqué final de la Conférence préparatoire qui se réunit à Washington du 19 au 21 octobre 1977 en rappelait l'organisation et les limites[71] :

«Les participants... sont conscients de l'urgence des besoins d'énergie mondiaux et de la nécessité, pour les satisfaire, de généraliser les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Ils sont également convaincus que l'on peut et que l'on doit prendre, tant aux échelons nationaux que par la voie d'accords internationaux, des mesures efficaces pour réduire au minimum le risque de prolifération des armes nucléaires sans compromettre les ressources énergétiques et le développement de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques. [...] Les participants sont convenus que l'évaluation devait être une étude technique et analytique et non une négociation. Les résultats en seront communiqués aux gouvernements afin qu'ils en tiennent compte dans l'élaboration de leurs politiques énergétiques ainsi que dans les discussions internationales portant sur la coopération en matière d'énergie nucléaire et sur les contrôles et garanties pertinents. Les résultats de l'évaluation n'engageront pas les participants».

La Conférence fut organisée en huit groupes de travail internationaux et rassemblait 519 experts venus de 46 pays et de 5 organisations internationales. Le groupe 4 s'occupait du retraitement, de la gestion du plutonium et du recyclage. La première conférence plénière se tint à Vienne en novembre 1978 et la conférence finale eut lieu dans la même ville, à la Hofburg, du 25 au 27 février 1980[72].

L'un des aspects les plus importants de l'INFCE fut de faire admettre l'existence, parmi les trois formes de cycles examinés, d'un cycle sans retraitement, les deux autres étant le recyclage du plutonium issu du retraitement dans des réacteurs thermiques et le recyclage dans des surgénérateurs (Cf. la couverture du Rapport de synthèse reproduite en Figure 113, qui les présente dans cet ordre, tout en faisant figurer les liens qui les unissent).

Le retraitement[73] est présenté comme l'une des deux voies pour résoudre ce qui est désormais, à l'issue d'un véritable retournement de valeur par rapport aux critères en vigueur depuis 1945, considéré comme le «problème du plutonium».

Jusque dans les années soixante-dix en effet, le plutonium fut plutôt considéré comme une richesse à usage militaire et énergétique. Il reste toujours une richesse pour les pays poursuivant des projets de surgénération.

---

67 Cf. infra.

68 "Once through". Il y a un certain abus de langage à appeler un cycle un ensemble d'opérations s'achevant par le stockage en l'état du combustible irradié. En fait c'est l'existence du retraitement qui opère le bouclage. Sans retraitement il n'y a pas de cycle, mais une succession linéaire d'opérations allant de l'extraction du minerai au stockage du combustible usé.

69 International Nuclear Fuel Cycle Evaluation.

70 AIEA(1980).

71 AIEA(1980), p. 311. Le même mois, l'Argentine annonçait son intention de commencer la construction d'une usine expérimentale de retraitement au Centre d'Ezeiza (Buenos-Aires). Elle avait exploité de 1960 à 1970 une petite unité de laboratoire.

72 La Convention Eurochemic-Belgique fut donc signée entre la tenue de la conférence préparatoire et celle de la première réunion plénière de l'INFCE.

73 AIEA(1980), p. 41 sq.

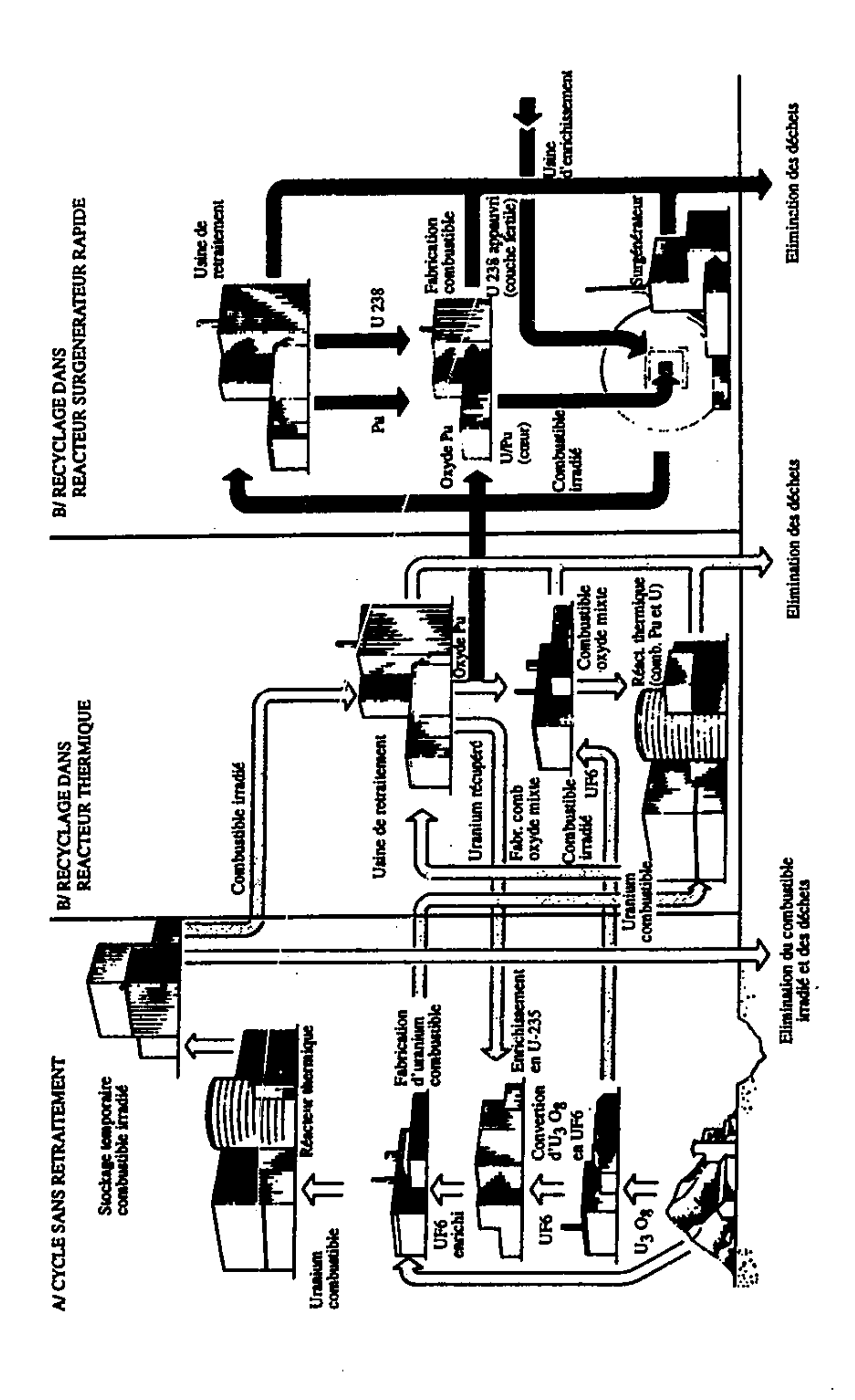



**Figure 113.** Les trois cycles du combustible envisagés par l'INFCE. (Source: AIEA (1980), première page de couverture du volume de résumé des travaux.)

L'INFCE marque cependant un tournant et conduisit à une approche différente. Le contexte actuel est marqué par la perspective de démantèlement des armements nucléaires, donc par le problème de la gestion de stocks importants de plutonium[74]. Il se caractérise aussi dans beaucoup de pays par l'abandon de la filière surgénératrice. Ces facteurs attirent l'élément 94 vers la catégorie des déchets. Il s'agit cependant d'un déchet particulier puisqu'il peut être source d'énergie. La fabrication du MOX[75] peut apparaître dans cette optique comme une tentative de valorisation d'une source d'énergie secondaire.

L'INFCE présentait à la fin des années soixante-dix le problème de la façon suivante :

«La production de plutonium est inévitablement liée au fonctionnement des centrales nucléaires. Le problème n'est donc pas de savoir comment éviter une telle production mais plutôt quoi faire de ce plutonium une fois qu'il a été produit. Deux solutions principales se présentent alors : laisser le plutonium tel quel dans les éléments combustibles irradiés et stocker ceux-ci ; ou retraiter les éléments combustibles irradiés et stocker le plutonium extrait, ou le recycler dans des réacteurs thermiques ou des surgénérateurs à neutrons rapides».

Examinant les étapes du cycle du combustible les plus exposées aux menaces de détournement de matières fissiles, l'INFCE considère le retraitement comme la partie la plus vulnérable au détournement clandestin par des gouvernements. C'est le cas du transport pour des groupes se livrant au vol et celui du stockage du plutonium pour le détournement non dissimulé par des gouvernements. L'INFCE souligne donc qu'il «est important qu'à l'avenir, si le retraitement se généralise, les mesures les plus efficaces soient adoptées sur les plans technique, institutionnel et sur celui des garanties, afin que la protection de ces matières contre le détournement soit accrue»[76].

Mais en ce qui concerne les déchets, l'INFCE soulignait le peu de danger de détournement des déchets issus du retraitement (uranium appauvri, produits de fission vitrifiés) et avançait que «seul le combustible irradié provenant de cycles du combustible sans retraitement doit être considéré comme susceptible d'être détourné, d'autant plus que les dépôts souterrains constituent de plus en plus une cible de choix en raison de la grande quantité de matières fissiles contenues et de la diminution de la radioactivité de ces matières»[77].

L'INFCE déplaçait simplement les lieux de vulnérabilité dans sa comparaison entre le cycle sans retraitement et le cycle avec retraitement.

L'INFCE examina également les mesures techniques permettant de réduire les risques. Elle mit en avant les avantages immédiats de la co-implantation (présence sur le même site de plusieurs installations du cycle) et de la co-conversion (production d'oxydes mixtes U-Pu). A terme elle préconisait le traitement sans séparation de l'uranium et du plutonium dans les usines de retraitement, ou la dénaturation par adjonction d'uranium 238 ou d'autres poisons neutrophages aux matières contenant de l'uranium 235.

Elle proposait également, en en soulignant les dangers tant écologiques que radiologiques ou économiques, la protection des matières fissiles par création de barrières spéciales de rayonnement, comme celles issues d'un retraitement partiel permettant de maintenir certains produits de fission avec le plutonium.

La partie était donc en apparence égale à l'issue de l'INFCE entre le cycle avec retraitement et le cycle sans retraitement.

En fait le cycle nouveau avait, grâce à l'INFCE, conquis une légitimité internationale. Les Etats-Unis n'avaient pas désarmé pour autant dans leur lutte contre la prolifération.

A partir de la fin des années soixante-dix en tout cas, si le retraitement n'est pas écarté, du moins une autre solution apparaît envisageable. Désormais les nations utilisant l'énergie nucléaire s'organisèrent autour de deux pôles, ceux qui recourent au retraitement et ceux qui n'y recourent pas, chaque pôle produisant un discours sur les avantages de sa propre solution.

En simplifiant les arguments, les partisans du cycle sans retraitement invoquent des arguments économiques – cela coûte moins cher à court terme, politique – le retraitement est une activité proliférante – et technique – c'est une activité dangereuse. Ce discours a été tenu par les Etats-Unis et a été repris par les opposants au nucléaire dans les pays qui pratiquent le retraitement.

Les partisans du retraitement quant à eux invoquent l'intérêt économique du recyclage des matières premières qui se combine à l'aspect de «conservation des ressources» puisqu'il reste plus de 90% d'uranium

---

74 Cf. 5e Partie, chap. 2.

75 MOX : Mixed Oxide, un combustible qui peut être utilisé dans des centrales à eau ordinaire. Une composition-type actuelle de MOX consiste en 93 à 93% d'uranium appauvri à 0,2 ou 0,3%, provenant des usines d'enrichissement, et non de retraitement. Il faut rappeler que le taux est de 0,7% dans l'uranium naturel. Il est associé à 7 ou 8 % de plutonium.

76 Ibidem p. 42.

77 Ibidem p. 43.

utilisable dans les combustibles irradiés. Ils mettent aussi en avant l'intérêt à la fois écologique et sûr de la séparation des différents éléments permettant leur traitement et leur conditionnement spécifique. Ils opposent aux critiques de leurs adversaires le caractère à court terme de leurs vues économiques, l'absence d'expérience tant sur le coût que sur la validité technique du stockage à long terme des combustibles irradiés laissés en l'état. La France, le Royaume-Uni, le Japon et l'Inde sont à l'heure actuelle les tenants du retraitement. Gravitent, autour des deux premiers, les clients des usines de Windscale-Sellafield et de La Hague.

Devant cette évolution profonde du contexte international à partir du milieu des années soixante-dix, on comprend les hésitations des membres d'Eurochemic à poursuivre l'expérience de retraitement.

A ces difficultés d'ordre international s'ajoutaient de plus les débats intérieurs qui agitaient plusiers des pays membres et qui, dans certains d'entre eux, débouchèrent sur des décisions défavorables au développement de l'énergie nucléaire. Ces évolutions intérieures réduisirent considérablement la base d'une coopération internationale autour d'un projet de retraitement.

*Les remises en cause nationales parmi les membres d'Eurochemic dans la seconde moitié des années soixante-dix*

Le tableau de synthèse (Tableau 85) tente à partir des principaux événements nationaux de préciser la position des différents pays membres d'Eurochemic en 1974 face à la perspective de reprise du retraitement[78].

***La négociation de la Convention Eurochemic-Belgique***

Les négociations furent dans ces conditions difficiles et n'avancèrent que lentement. La situation ne se débloqua du côté belge qu'après la remise du rapport de la Commission des sages.

Aucune réunion du Groupe spécial n'eut lieu entre le 22 juillet 1975 et le 14 avril 1978. Celle qui avait été prévue pour le 3 juin 1976 fut repoussée d'abord d'un mois, puis supprimée. Il fallut en fait toute l'année 1977 pour aboutir à l'accord. Ce n'était plus le Groupe spécial qui avait l'initiative, mais les autorités belges.

*Le déblocage belge de décembre 1976*

Le 13 septembre 1976, le Ministre des Affaires économiques Fernand Herman, qui avait succédé à André Oleffe mort en août, agissant en liaison avec un groupe interministériel ad hoc, autorisa le délégué du gouvernement au Conseil d'administration à négocier avant la fin novembre un préaccord et à le soumettre début décembre au gouvernement. Le préaccord devait envisager deux scénarios principaux.

Le premier envisageait la reprise du site par la Belgique, soit pour qu'il s'y maintienne une entreprise de retraitement, ce qui supposait la cession de la licence d'exploitation, soit pour que la Belgique procède au démantèlement.

Le second scénario considérait que c'était à Eurochemic que cette dernière tâche reviendrait.

Le délégué de la Belgique fit état de ces éléments nouveaux lors de la session du Conseil d'administration du 15 septembre 1976 et, sur cette base, fut rédigé un projet explorant les deux scénarios. Celui-ci fut soumis au Conseil d'administration le 17 décembre 1976. La veille, le CMCES belge avait décidé d'opter pour la proposition de reprise, qui laissait ouverte la possibilité de reprendre le retraitement. L'idée des Belges était désormais de remettre en activité une usine de taille modeste (60 t/an) destinée à retraiter des combustibles belges.

Le CMCES prenait deux autres décisions qui allaient dans le même sens. La première autorisait le Ministre des Affaires économiques à mettre tout en œuvre pour constituer immédiatement la Société Belgoprocess, chargée «d'étudier, de négocier et de coordonner les actions relatives en particulier à la reprise des installations Eurochemic». La seconde confirmait que toutes les charges et les coûts de l'activité de Belgoprocess seraient à la charge du kWh nucléaire produit en Belgique, ce qui signifiait un transfert de charge au consommateur d'électricité.

*La préparation de la Convention en 1977*

Un projet de Convention fut préparé en conséquence par un Groupe de négociateurs, comprenant les représentants désignés par le Conseil d'administration – le Président du Conseil d'administration,

[78] Les données proviennent du dépouillement des revues AtW et RGN.

Tableau 85. **Position des différents pays membres en matière d'énergie nucléaire dans la seconde moitié des années soixante-dix**

| Pays membre d'Eurochemic en 1974 | Principales évolutions intérieures ayant des répercussions sur la coopération à Eurochemic | Position d'arrivée en 1980 |
|---|---|---|
| Belgique | Cf. évolution détaillée ci-dessous | Très favorable à la reprise du retraitement sur le site |
| Allemagne | Automne 1976 : choix des sites envisageables pour une grande usine de retraitement.<br>Mars 1977 : choix de Gorleben. Montée de la contestation autour de Gorleben et du site de stockage des mines d'Asse en 1978. Abandon du site de retraitement de Gorleben à la suite de la manifestation de Hanovre du 31 mars 1979. Recherche de nouveaux sites en Hesse puis en Bavière en 1981 | Soutien aux projets dans la mesure où ils servent le programme en cours de grande usine de retraitement. Assume ses responsabilités. Utilise le site pour des expériences de coopération portant sur des segments de son propre programme de développement nucléaire |
| France | 1976 : entrée en service de la tête HAO de UP2 permettant de retraiter des combustibles de réacteurs à eau ordinaire<br>1978 : UP3 Service Agreement. Lancement du programme de réalisation de la grande usine de retraitement des combustibles étrangers | Soutien aux projets dans la mesure où ils servent les projets en cours pour La Hague. Assume ses responsabilités |
| Suisse | Avril 1978 : loi limitant les projets de centrales, organisant la gestion des déchets. Contrats de retraitement avec la Cogéma. Montée de la contestation antinucléaire (1979, projet de Kaiseraugst) | Soutien à une éventuelle reprise.<br>Toujours attachée à la possibilité de diversifier les lieux de retraitement. N'a jamais envisagé de retraiter sur le territoire de la Confédération. Assume ses responsabilités |
| Autriche | 5 novembre 1978 : référendum hostile à la mise en service de la centrale nucléaire de Zwentendorf. Abandon des projets de développement de l'énergie nucléaire | Peu concernée. Assume ses responsabilités |
| Suède | 1976 : projet d'usine nationale. Débat sur l'avenir du nucléaire. Vers le référendum du 23 mars 1980: accord pour 12 nouvelles centrales mais sortie du nucléaire prévue en 2010. Expériences de stockage direct | Peu concernée. Assume ses responsabilités |
| Danemark | Pas d'énergie nucléaire | Peu concernée. Assume ses responsabilités |
| Norvège | Pas d'énergie nucléaire | Peu concernée. Assume ses responsabilités |
| Portugal | Pas d'énergie nucléaire | Peu concernée. Assume ses responsabilités |
| Espagne | Hostilité au programme depuis la décision de fermeture de l'usine. Projet d'usine nationale abandonné lors de la réduction du programme nucléaire de 1978.<br>Fin 1979 : signature de contrats de retraitement avec BNFL et Cogéma. | Soutien limité. Retards de paiement |
| Italie | Projets nationaux de développement à partir d'EUREX et d'ITREC.<br>Maintien des positions des années soixante | Pas de soutien. Assume ses responsabilités dans les limites définies au début des années soixante |
| Turquie | Pas d'énergie nucléaire.<br>Demande à sortir en 1980 | Ne se sent plus concernée |
| Pays-Bas | Retrait à l'occasion de la première prorogation de la Société en 1974 | N'est plus concernée |

Lars A. Nøjd, assisté par le Directeur de la société, Emile Detilleux, de Pierre Huet comme conseiller d'Eurochemic et de Pierre Strohl pour l'AEN, ceux des autorités gouvernementales et du Syndicat Belgoprocess. Un premier rapport sur l'avancement des travaux fut présenté au Conseil d'administration le 22 juin 1977 [79] et le 12 octobre fut examiné un premier projet de Convention[80]. Un projet révisé fut soumis au Conseil d'administration le 21 décembre 1977 et le texte définitif fut établi le 27 janvier 1978 [81].

*La signature et l'entrée en vigueur*

Les dispositions financières qui devaient accompagner l'accord firent l'objet de discussions difficiles. Une réunion préparatoire du Groupe spécial eut lieu le 14 avril 1978 pour tenter de résoudre le problème. La réunion prévue le 2 juin fut en définitive reportée au 28 juin 1978 faute d'accord. Au cours de cette réunion fut approuvée la Convention, recommandé aux gouvernement de souscrire les engagements financiers permettant la bonne exécution de la Convention, et décidé la prorogation de la société pour trois années supplémentaires, soit jusqu'au 27 juillet 1982. Le CMCES autorisa les ministres concernés à signer la Convention le 13 juillet 1978.

L'accord fut paraphé le 24 juillet 1978 et ne devint effectif que le 30 octobre, lorsque les garanties financières apparurent satisfaisantes à la Belgique.

La mise en vigueur de la Convention était en effet subordonnée à l'acceptation par les gouvernements d'engagements financiers dont le total devait être jugé suffisant par la Belgique. Il s'agissait donc d'une Convention bilatérale un peu particulière passée entre Eurochemic et la Belgique, puisqu'elle était subordonnée à des engagements financiers des Etats membres. Dans l'histoire d'Eurochemic c'était la première fois que se concrétisaient des engagements gouvernementaux. Jusque là en effet, seule la Société était responsable de ses déchets. La reconnaissance de responsabilités gouvernementales en matière de déchets produits par une société internationale traduit l'originalité profonde des entreprises nucléaires, par rapport à des entreprises appartenant à d'autres secteurs, qui du point de vue juridique dépasse la distinction traditionnelle entre les obligations contractuelles et les obligations légales, atteignant, au-delà du «droit international positif», les principes de la «morale internationale».[82]

***La Convention du 24 juillet 1978 – l'échange de lettres et les charges financières***

*Structure de la Convention*

La *Convention entre le Gouvernement du Royaume de Belgique et la Société Eurochemic sur la reprise des installations et l'exécution des obligations légales de la Société* fut signée à Bruxelles le 24 juillet 1978 entre le Gouvernement belge, représenté par le Ministre des Affaires Etrangères H. Simonet et le Ministre des Affaires Economiques Willy Claes d'une part, et la Société Eurochemic qui avait mandaté le Président du Conseil d'Administration Lars A. Nøjd et le Directeur Emile Detilleux d'autre part. Le texte est rédigé en français et en néerlandais. Il comporte vingt-six articles regroupés en six parties, portant respectivement sur la reprise des installations (1 à 9), sur les déchets radioactifs (10 à 15), sur le transfert de l'autorisation d'exploitation (16), sur la contribution financière aux dépenses de démantèlement(17), sur les relations entre Eurochemic et la nouvelle société (18 à 23). Les clauses finales (24 à 26) concernent le règlement des différends et les conditions d'entrée en vigueur. La Convention est complétée par six annexes, dont les principales sont :

- la liste des bâtiments et immeubles édifiés ou à édifier, par zone de transfert, comportant une carte de délimitation des zones et implantations de bâtiments ;
- un inventaire des biens mobiliers, des tableaux détaillés des travaux à effectuer par Eurochemic dans la zone devant être transférée en premier ;
- la liste des «travaux, conditionnement et stockage de déchets radioactifs: travaux à exécuter par la nouvelle société, à la demande d'Eurochemic, contre remboursement à prix coûtant» ;
- enfin la liste des prestations de service à fournir et à rembourser, selon le cas, par Eurochemic ou par la nouvelle société.

[79] CA(77)7.

[80] CA(77)9.

[81] CA(78)1. La version du 27 janvier ne comporte pas les annexes mais un appendice de 7 points. Elle comporte un article 11 bis qui sera transformé en article 12 dans la version officielle de la Convention, ce qui entraîne un décalage d'un article jusqu'à la fin de la Convention.

[82] Pierre Strohl a vu dans ce problème des déchets à Eurochemic la manifestation d'une nouvelle théorie de l'obligation internationale. STROHL P. (1991).

*Un transfert par tranches ; pour permettre la reprise rapide du retraitement*

Par la Convention[83], Eurochemic cède au Gouvernement belge, agissant en lieu et place de la nouvelle société dont la création est prévue, le site (terrain, installations, bâtiments, équipement, matériels, stocks). Le transfert de propriété, de l'autorisation d'exploitation et des responsabilités doit se faire en deux étapes, concernant chacune deux des quatre zones définies sur le site.

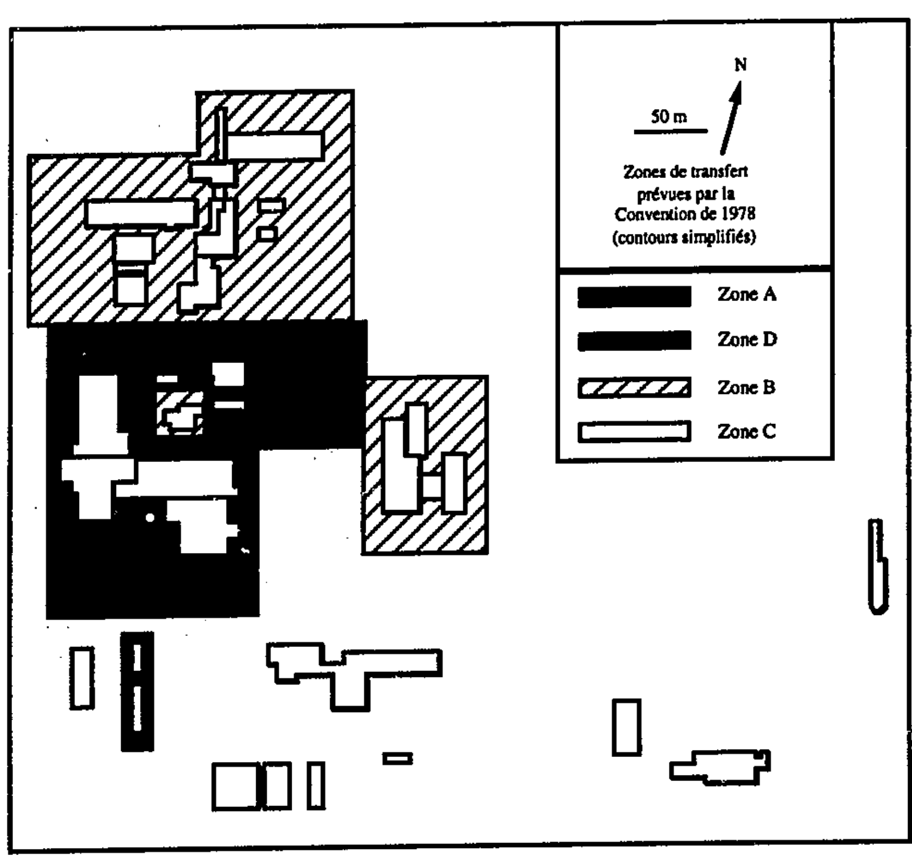



**Figure 114.** Les installations de retraitement (zone A) et une petite partie du terrain proche (zone D, prévue pour les installations de traitement et de stockage des déchets de haute activité) seraient transférées le 1er octobre 1979 (le 1er avril pour le bâtiment de stockage des combustibles irradiés). Le reste du site, comportant notamment les installations de traitement des déchets de faible et moyenne activités, le laboratoire de recherches (zone B) ainsi que les installations des services généraux et leurs dépendances (zone D), échoirait à la Belgique le 31 décembre 1981.

Eurochemic devait exécuter avant transfert un certain nombre de travaux et tâches, de nettoyage et de décontamination (dans la zone A et B), ainsi que la totalité des opérations de conditionnement et de stockage des déchets de moyenne activité (les déchets de faible activité étant traités par le CEN). Une pénalité de retard était prévue pour le transfert de la zone A, dans la mesure où celui-ci conditionnait la remise en route de l'installation de retraitement.

*Le conditionnement des effluents de retraitement de haute activité*

En ce qui concerne les déchets de haute activité, un double processus, adapté à chaque type d'effluent de haute activité, était prévu.

Pour les déchets provenant du retraitement des combustibles à l'uranium très enrichi, leur traitement, leur conditionnement ainsi que la construction des installations correspondantes pourraient être assurés par «une autre

[83] L'analyse qui suit s'appuie sur la Convention, les commentaires faits par Marcel Frérotte et NE/EUR(78)1, Annexe II. En ce qui concerne le schéma suivant, l'identification des bâtiments est faite au hors-texte 152, situé à la fin de la 4e Partie, chap. 2.

Société»[84], pour le compte et sous la responsabilité d'Eurochemic, à des conditions devant faire l'objet d'un contrat séparé, ou à défaut par la nouvelle société pour le compte d'Eurochemic, ou bien encore vice-versa.

Les déchets provenant du retraitement des combustibles à l'uranium naturel ou faiblement enrichi seraient quant à eux traités, conditionnés et stockés dans de nouvelles constructions, ces tâches étant assurées par la nouvelle société pour le compte d'Eurochemic jusqu'à épuisement du stock de déchets Eurochemic. Cette installation industrielle serait ultérieurement chargée de conditionner les déchets de la nouvelle usine de retraitement.

Ces dispositions sont à l'origine du développement parallèle ultérieur de deux projets distincts de vitrification. Eurochemic accordait à la nouvelle société les mêmes avantages en ce qui concerne l'accès à l'information et aux licences sur les brevets que ceux dont bénéficient les actionnaires de la Société. La Convention prévoyait également des dispositions concernant le transfert des autorisations d'exploitation et la garde des archives.

La nouvelle Société gérant le site pour le compte de la Belgique reprendrait, suivant ses besoins et l'échelonnement du transfert de propriété, le personnel de la Société Eurochemic en s'engageant à proposer aux candidats des emplois équivalents. Une certaine souplesse dans la distribution des tâches était cependant laissée.

*La «clause Carter» et l'échange de lettres*

Dans la version de janvier 1978 [85], un appendice à l'annexe contient l'exposé de sept dispositions à prévoir par échange de lettres entre le Gouvernement et Eurochemic, dont la première, particulièrement importante, reçut le nom de «clause Carter». Elle avait en effet pour objet de prévoir l'impossibilité éventuelle de la remise en exploitation de l'usine de retraitement, liée à «un changement fondamental des circonstances existant au moment de la signature de la présente Convention et qui résulteraient de dispositions d'ordre public de la loi belge ou de dispositions du droit international public liant le gouvernement ou autres dispositions analogues, de nature à rendre impossible la remise en exploitation de l'usine de retraitement des combustibles irradiés». Il s'agissait bien évidemment là d'une allusion à la situation générale du retraitement mondial depuis la déclaration américaine de 1977 et, plus précisément, aux craintes de voir le retraitement mis au ban international. La survenue d'une telle éventualité n'aurait pas pour effet de terminer la Convention mais en aurait modifié certaines dispositions financières, notamment par l'augmentation du montant de la contribution à payer par Eurochemic pour le démantèlement[86].

*Les avantages de l'accord*

Les charges financières résultant de l'application de la Convention étaient évaluées à 3,656 milliards de FB[87] de 1977 pour la Société. Une autre estimation faite dans le même document prévoyait pour Eurochemic une charge de 8,744 milliards de FB en cas de non-application de la Convention. La différence tenait dans l'obligation pesant sur Eurochemic, en cas d'absence d'accord, de démanteler totalement l'installation. Dans l'hypothèse inverse, les installations devaient être simplement remises dans un état permettant la reprise éventuelle du retraitement. Il apparaissait donc plus avantageux de conclure un accord, d'autant plus que, dans cette éventualité, Eurochemic pouvait envisager alors comme prévu d'entrer en liquidation après le 27 juillet 1982 et espérer ainsi atteindre l'expiration de ses obligations légales à la fin de 1988 (Figure 115). Dans le cas contraire en effet, il lui aurait fallu assurer, au moins jusqu'à l'achèvement du démantèlement et l'évacuation des déchets radioactifs, la gestion du site, donc prolonger longuement son existence, ce que ne souhaitaient plus ses participants.

La Belgique pouvait espérer hériter dès le début des années quatre-vingt un site et des équipements lui permettant de reprendre l'activité de retraitement. Elle pouvait compter pour cela sur l'expérience acquise dans la coopération internationale et avait l'assurance d'une participation financière pour la gestion de «l'héritage des déchets du retraitement».

Depuis l'arrêt du retraitement et pendant la négociation de la Convention, l'usine et les installations avaient fait l'objet de travaux permettant de faire face aussi bien à une reprise du retraitement qu'au désengagement rapide de la Société.

---

[84] Gelsenberg AG avait déjà été choisie.

[85] CA(78)1.

[86] L'article 17 de la Convention le fixait à 490 M FB de 1977, indexés, payés en six versements échelonnés jusqu'à la fin de 1982. L'interdiction du retraitement aurait porté la somme à 1087 M FB indexés. Ces montants sont à comparer avec ceux, bien plus élevés, avancés par l'ONDRAF pour son plan de démantèlement de 1987. Cf. Chapitre suivant.

[87] NE/EUR(78)1, Annexe III.

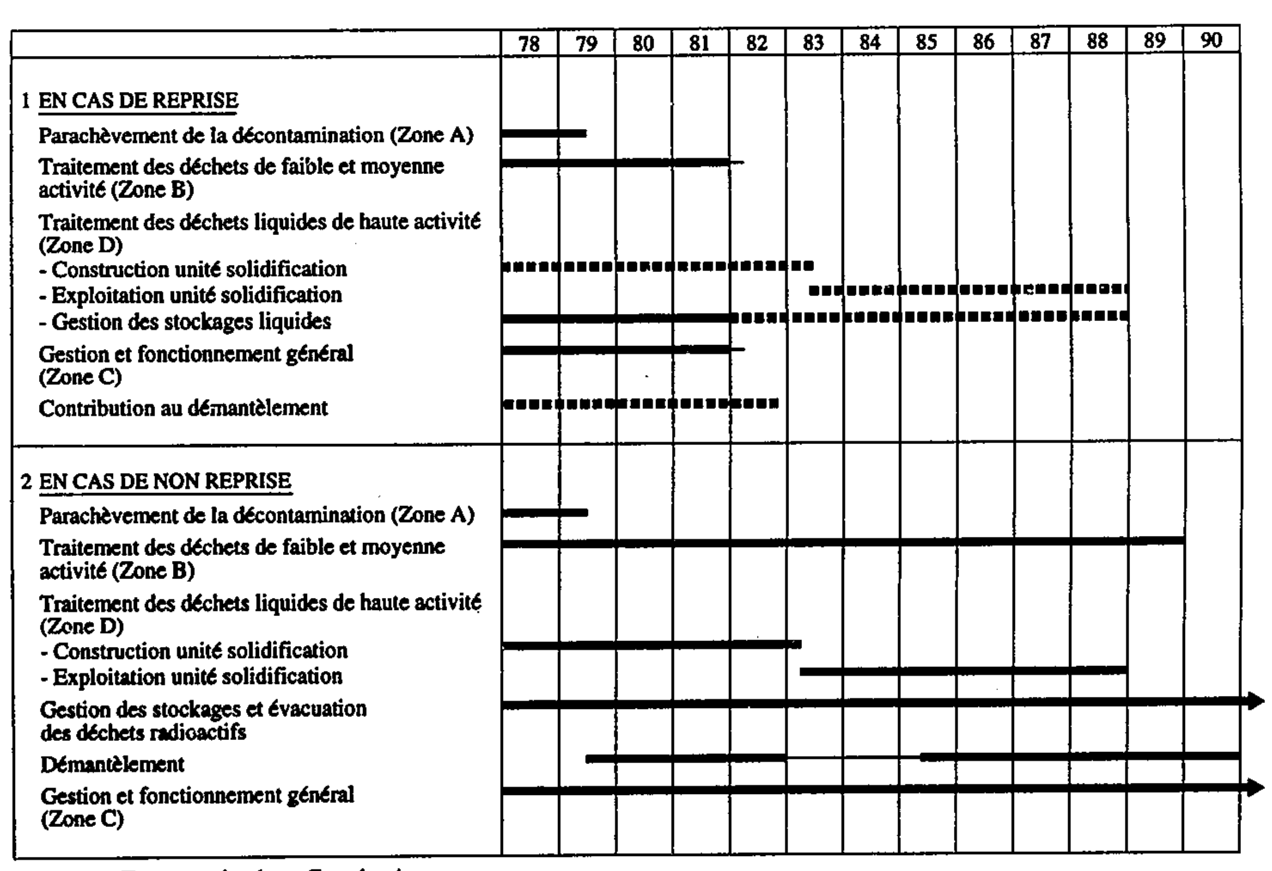



**Figure 115.** Deux scénarios de calendrier des travaux envisagés en 1978 par le Groupe spécial. En haut, la reprise par la Belgique permettrait de ne plus être présent sur le site à partir de 1982 et d'être dégagé financièrement en 1989. En bas, la non-reprise prolongerait la présence sur le site et le financement au-delà de 1990. (Source : NE/EUR(78)1, p. 29.

**La mise à l'arrêt de l'usine – Rinçage, décontamination, démontages et production de déchets de janvier 1975 à janvier 1980** [88]

***La nouvelle organisation de l'entreprise***

Le premier juillet 1974 entra en vigueur un nouvel organigramme, qui demeura à peu près stable pendant dix années (Figure 116 [89]).

Le poste de Directeur technique était supprimé puisque le retraitement était arrêté. André Redon partait à Marcoule s'occuper des ateliers pilotes de retraitement des combustibles surgénérateurs. Le Directeur, qui demeurait Emile Detilleux était désormais assisté d'un Directeur-adjoint, l'Allemand Hubert Eschrich[90]. Si l'on met à part deux petits services de documentation et des programmes, auxquels vinrent s'adjoindre en 1977 un secrétariat technique et en 1978 un bureau juridique, l'entreprise s'articulait autour de cinq Départements – le terme succède à Direction – fonctionnels, comportant les effectifs suivants enregistrés au 31 décembre, classés par ordre décroissant :

Tableau 86. **Effectifs d'Eurochemic par pôles fonctionnels de 1975 à 1979 (données bruts)**

| | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|---|---|---|---|---|---|
| Département de l'exploitation de l'usine (POD) | 59,5 | 59,5 | 63 | 65 | 83 |
| Département des services généraux | 44,5 | 44,5 | 48 | 47 | 56 |
| Département du développement industriel | 25,5 | 25,5 | 26 | 25 | 28 |
| Département santé-sécurité | 21,5 | 21,5 | 26 | 25 | 31,5 |
| Département de l'administration | 13 | 18 | 18 | 20 | 18 |
| Direction et divers | 6 | 6 | 9 | 10 | 9,5 |

Tableau 87. **Effectifs d'Eurochemic par pôles fonctionnels de 1975 à 1979 (pourcentages)**

| | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|---|---|---|---|---|---|
| Département de l'exploitation de l'usine (POD) | 35,0 | 34,0 | 33,2 | 33,9 | 36,7 |
| Département des services généraux | 26,2 | 25,4 | 25,3 | 24,5 | 24,8 |
| Département du développement industriel | 15,0 | 14,6 | 13,7 | 13,0 | 12,4 |
| Département santé-sécurité | 12,6 | 12,3 | 13,7 | 13.0 | 13,9 |
| Département de l'administration | 7,6 | 10,3 | 9,5 | 10,4 | 8,0 |
| Direction et divers | 3,5 | 3,4 | 4,7 | 5,2 | 4,2 |

L'importance du travail à effectuer entraîna en 1977, pour la première fois depuis 1966, une augmentation des effectifs, essentiellement pour les départements opérationnels de l'usine et des services généraux, qu'accompagna d'ailleurs le recours croissant à des intervenants extérieurs. En 1978 par exemple l'entreprise comprenait 193 employés, dont 160 travaillant en zone contrôlée. 52 personnes extérieures furent de plus occupées cette année-là en zone contrôlée, soit près du tiers des salariés d'Eurochemic, une proportion jamais atteinte jusque là.

L'évolution des effectifs de l'entreprise fut la suivante :

**Tableau 88. L'évolution des effectifs totaux d'Eurochemic de 1975 à 1979**

| | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|---|---|---|---|---|---|
| Effectifs | 170 | 175 | 190 | 193 | 208 |
| Variation en effectifs | 0 | +5 | +15 | +3 | +15 |
| Variation en pourcentage par rapport à l'année précédente. | 0% | +3% | +8,6% | +1,6% | +7,7% |

[88] Sources: RAE 1975-1980, DETILLEUX E. (1978).

[89] L'entrée en liquidation entraîna une nouvelle simplification de l'organigramme et la fusion de la division des services généraux avec la division de l'exploitation.

[90] Réfugié d'Allemagne de l'Est à la fin des années cinquante, c'était un scientifique, autodidacte au départ. Il travailla à Kjeller et obtint sa thèse à l'Université de Göteborg à partir des travaux réalisés à Eurochemic.

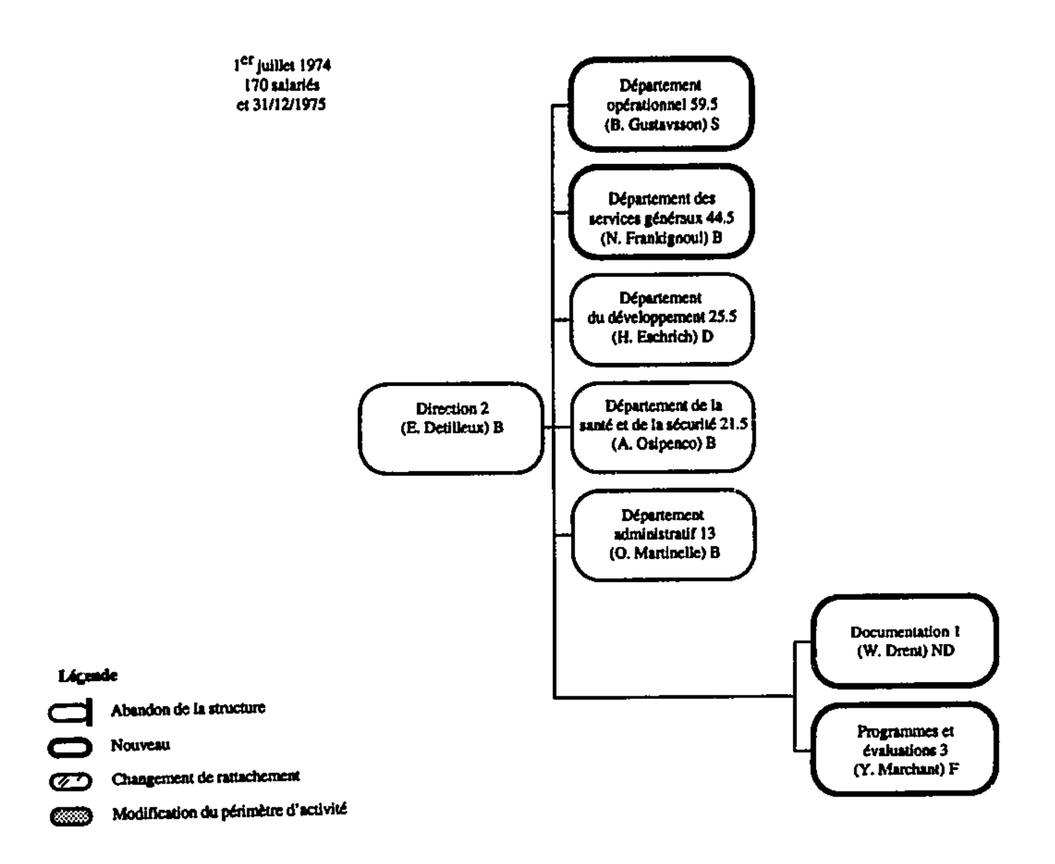



**Figure 116.** Organigramme de la Société du 1er juillet 1974 à la fin de 1975. (Source : RAE 1974 et 1975.)

***La préparation du programme technique***

*Les principes généraux*

La préparation du programme technique de mise en sécurité avait été précédée par la définition des principes déjà énoncés ci-dessus. Il s'agissait du démantèlement de l'usine et du stockage temporaire des déchets pour une période d'au moins 50 ans. Il était alors prévu que la gestion à long terme du site serait confiée aux services spécialisés du CEN/SCK [91].

Le programme de mise à l'arrêt prévoyait d'atteindre un niveau correspondant au niveau 2 de l'échelle de déclassement de l'AIEA avec cependant des dispositions permettant ultérieurement d'atteindre le niveau 3 [92].

Tableau 89. **Les trois niveaux de démantèlement de l'AIEA** [93]

| Niveau de démantèlement | Nature |
|---|---|
| 1 | Barrières |
| 2 | Libération partielle |
| 3 | Accès sans restriction à l'installation ou au terrain |

Le niveau 2 correspond donc à un site partiellement déclassé ou "restricted site release"

Le choix de ce niveau intermédiaire de déclassement reflétait les incertitudes quant à la reprise du retraitement. Il impliquait aussi que la totalité des déchets résultant de l'exploitation et de la décontamination

91 En fait les dispositions légales belges qui créèrent plus tard, en 1980, l'Organisme national pour la gestion des déchets radioactifs, l'ONDRAF/NIRAS, prévoyaient à terme le transfert de ces services du CEN à l'ONDRAF. C'est ainsi que finalement la gestion des déchets radioactifs échut à Belgoprocess, filiale à 100% de l'ONDRAF, qui est ainsi devenu le successeur d'Eurochemic sur le site.

92 Site totalement déclassé ou "unrestricted site release".

93 Source BLANC D. (1991), p. 105.

ainsi que l'ensemble des équipements déclassés fussent conditionnés en vue, soit de leur élimination par immersion dans l'océan pour les déchets de faible activité, soit de leur entreposage. Cela supposait aussi que les bâtiments déclassés fussent nettoyés et décontaminés jusqu'à un niveau permettant d'arrêter la ventilation et de ne pas les soumettre à une surveillance et à un entretien continus ; enfin qu'ils fussent maintenus étanches et inaccessibles sans autorisation.

*Les phases d'exécution*

Le programme technique comportait essentiellement trois tâches dont l'exécution était décalée dans le temps. C'étaient, dans l'ordre, le nettoyage et la décontamination, le démontage des équipements, le conditionnement et la mise en stockage des déchets.

Le nettoyage et la décontamination devaient eux-mêmes s'opérer en trois phases.

Un rinçage approfondi des installations de procédé, exécuté à l'aide des réactifs utilisés pour le retraitement, avait pour objectif de récupérer le maximum de matières fissiles résiduelles. La décontamination des boucles du procédé et des surfaces extérieures dans les cellules permettrait l'accès du personnel dans les zones et cellules actives et le repérage des zones restant fortement contaminées devait conduire à l'installation de protections locales.

Elle serait enfin parachevée par des démontages partiels et l'installation de boucles spécifiques de décontamination destinées à éliminer les «points chauds» résiduels.

Ces activités étaient en fait relativement proches des actions préparatoires aux opérations d'entretien direct qui avaient été pratiquées à plusieurs reprises pendant la période du retraitement, en particulier lors de l'arrêt qui avait eu lieu de mai 1970 à février 1971.

*L'organisation pratique et l'expérimentation en vraie grandeur*

L'organisation pratique du travail fut d'ailleurs identique. Les interventions étaient minutieusement préparées et organisées par les HWP et les PREP et étaient facilitées par le fait qu'agissaient les personnels qui avaient participé aux opérations d'exploitation, qui avaient donc une «bonne connaissance pratique des installations, des archives techniques de l'exploitation (plans, modifications, rapports d'exploitation, rapports d'incidents)»[94].

Une estimation du travail à accomplir fut établie à partir de trois cellules de références qui firent l'objet d'une étude détaillée. Elle montra qu'il faudrait enlever une couche de béton épaisse de 5 cm sur toute la surface du fond de la cellule et sur les parois intérieures sur une hauteur de deux mètres, pour obtenir le niveau ambiant de radiation de 0,2 mSv/heure initialement prévu.

Il apparut aussi qu'il serait nécessaire de faire travailler une équipe de 40 personnes réparties en 5 groupes, assistées de 10 agents assurant la radioprotection, la logistique et la coordination, soit 50 personnes sur un effectif total qui se montait alors à 170 personnes, dont 59 à la Direction opérationnelle et 21 au Département santé-sécurité. Chaque groupe comprendrait un chef d'équipe, quatre spécialistes chargés des découpages et démontages et trois manœuvres préposés à l'évacuation des déchets, au nettoyage du chantier et à son approvisionnement.

La durée des interventions fut alors estimée à 62 mois, soit 240 000 hommes-heures de travail effectif, sur la base d'un temps d'intervention dans les cellules correspondant à 60% du temps effectif.

La quantité d'effluents et de déchets radioactifs résultant du démontage fut, quant à elle, estimée dans une fourchette de 300 à 500 $m^3$ de solutions de décontamination concentrées en déchets de moyenne activité. La quantité de déchets solides résultant des interventions et des démontages fut évaluée à 4000 $m^3$ avant conditionnement.

***L'exécution du programme de janvier 1975 à janvier 1980***

Le programme démarra dès janvier 1975 par les opérations de rinçage et de décontamination.

Le rinçage fut opéré au début de 1975. La première phase de décontamination occupa le reste de l'année 1975 et se prolongea en 1976 et 1977. Elle était achevée en 1978 et fut relayée par les opérations de parachèvement de la décontamination et par les démontages. Le déroulement des travaux ne permit pas de les terminer en octobre 1979, date prévue par la Convention pour le transfert de la première tranche. Les opérations finirent à la fin du mois de janvier 1980.

[94] DETILLEUX E. (1978), p. 185.

La décision de la Belgique de reprendre le retraitement annoncée officiellement au Conseil d'administration le 17 décembre 1976 entraîna une inflexion du programme lors de la première phase de la décontamination. Les démontages furent réduits et limités aux appareils et parties d'appareils dont l'état ne permettait pas d'en envisager la réutilisation. En conséquence les niveaux ambiants à atteindre dans les cellules où l'équipement devait être conservé pouvaient dépasser la limite initialement prévue de 0,2 mSv/h. Elle s'établit en pratique à 1 mSv/h.

*Le rinçage et la récupération des matières fissiles résiduelles. Janvier -juin 1975 – Où l'on retrouve les MUF*

Ces opérations s'apparentaient aux rinçages effectués pendant le retraitement, entre les campagnes HEU et LEU. Elles s'en différenciaient toutefois par un caractère plus poussé.

Les réactifs utilisés étaient essentiellement de l'acide nitrique dilué et concentré, du nitrate uraneux en solution nitrique, comme réducteur du plutonium, le solvant utilisé pour l'extraction, le TBP, son diluant hydrocarboné le Shellsol T, la soude et le carbonate de soude.

La circulation, l'agitation et le chauffage de ces liquides étaient assurés par les mêmes moyens que ceux qui étaient utilisés pour l'exploitation du procédé de retraitement, comme les éjecteurs, les air lifts, les siphons, les pompes, les agitateurs, etc.

Un programme intensif d'échantillonnage et d'analyse permettait de suivre l'évolution du rinçage. Au bout de quatre mois les concentrations dans les solutions de rinçage s'étaient stabilisées à moins de 5 mg/l pour l'uranium et à moins de 1 mg/l pour le plutonium. Le rinçage fut arrêté. En effet la récupération des matières fissiles restantes aurait exigé l'emploi de solutions plus corrosives, de nature à menacer l'intégrité des installations en cas de reprise du retraitement.

La stabilisation de la teneur en plutonium des solutions de rinçage signifiait également qu'une masse importante de l'élément, probablement équivalente aux quantités non comptabilisées, demeurerait contenue dans l'installation jusqu'à la reprise du retraitement ou jusqu'à l'achèvement du démantèlement. Elle impliquait aussi que ce dernier devrait se faire au moins partiellement dans les conditions particulières exigées par la présence d'émetteurs alpha.

Le rinçage permit cependant de diminuer les MUF. En effet 38 kg d'uranium et 1275 g de plutonium furent «sortis» de l'usine ce qui ramena les quantités de matières fissiles non comptabilisées à la fin du retraitement de 2,37% à 1,88% pour le plutonium et de 0,38 à 0,22% pour l'uranium[95]. Plus de 60% du plutonium récupéré provenait du rinçage des cycles de purification et 37% de la seule unité de transformation en oxyde.

*La première phase de la décontamination*

La stratégie employée fut dès le départ de se servir des réactifs les plus «doux» possibles. L'utilisation d'agents trop corrosifs (fluorures, acide sulfurique, chlorhydrique) avait en effet deux inconvénients ; elle pouvait provoquer des fuites dans les installations en cours de nettoyage et des contaminations compliquant le déroulement des opérations. Leur présence dans les solutions de décontamination pouvait d'autre part rendre plus difficiles les opérations de conditionnement des déchets.

L'annonce de la décision de reprise des installations par la Belgique eut, bien entendu, pour conséquence de conforter les équipes techniques dans la validité de ce choix.

Furent essentiellement utilisés l'acide nitrique et des solutions caustiques – additionnées, le cas échéant, d'agents oxydants ou réducteurs ainsi que d'agents complexants[96]. Comme dans la phase de rinçage furent employés au maximum les équipements de l'usine permettant la circulation, l'agitation et le chauffage des solutions. Les campagnes de décontamination étaient organisées par cycles hebdomadaires de 120 h, trois équipes se relayant cinq jours par semaine.

Les résultats de cette première phase de décontamination exprimés en débit de dose au contact et en débit de dose ambiant furent très contrastés en fonction des cellules. Le tableau 90 les classe par maxima ambiants décroissants au milieu de 1978 [97].

---

95 Pour l'uranium les conditions dans lesquelles furent réalisées les opérations ne permirent pas de faire la distinction entre HEU et LEU.

96 DETILLEUX E.(1978) p. 181 donne la liste et les quantités de décontaminants utilisés:
Acide nitrique à 12 M : 100 m$^3$ ; Soude caustique à 8,5 M : 122 m$^3$ ; Eau oxygénée à 30% : 1m$^3$ ; SST : 0,180 m$^3$ ; Hydrazine : 2350 kg de nitrate; Acide oxalique : 1250 kg; Permanganate de potassium : 750 kg ; Carbonate de soude : 1000 kg; Citrate de sodium : 800 kg; Tartrate de sodium : 1800 kg.

97 Ibid. p.181.

Tableau 90. **Débits de doses au contact et débits de doses ambiants dans quelques cellules de l'usine lors de la phase de décontamination**

| Cellules | Maximal au contact avec l'équipement | Débit de dose (mSv/h) | |
|---|---|---|---|
| | | Maximal ambiant | Minimal ambiant |
| Dissolution | 300 | 30,00 | 20,00 |
| Concentration des produits de fission | 1200 | 30,00 | 10,00 |
| Traitement du solvant | 170 | 4,00 | 0,35 |
| Cycle de co-décontamination | 25 | 3,00 | 0,50 |
| Cycle de partition et second cycle de l'uranium | 6 | 3,00 | 0,10 |
| Traitement des gaz de dissolution | 30 | 1,00 | 0,20 |
| Second cycle du plutonium | 8 | 0,75 | 0,02 |

Le débit de dose élevé dans les cellules de dissolution, équipées au demeurant de dispositifs de télémanipulation, s'explique par le fait que la cuve de dissolution n'avait à cette date pas encore pu être décontaminée «en raison d'opérations diverses exécutées dans la cellule de chargement qui lui est directement associée»[98]. Cette dernière servit en effet pour le reconditionnement en boîtes étanches et paniers des déchets solides de haute activité qui avaient été entreposés au fur et à mesure de leur production dans la piscine des déchets solides (Solid Waste Pond), ainsi que pour le découpage de pièces lourdes fortement contaminées comme les paniers insolubles du deuxième dissolveur et ses écrans neutroniques. Le débit de dose ambiant de la cellule de concentration des produits de fission était essentiellement dû à la dose élevée enregistrée sur le fond de l'évaporateur (1200 mSv/h), qui rendait nécessaire l'installation de protections locales.

Toutes les opérations de rinçage et de première décontamination permirent de sortir de l'usine environ 140 000 Ci d'activité.

*La phase finale de la décontamination par des méthodes douces*

Le parachèvement de la décontamination était en cours au moment de la signature de la Convention et le travail se poursuivit jusqu'à la fin du mois de janvier 1980 [99], c'est-à-dire quelques mois après la date de transfert prévue par la Convention.

Les exigences initiales avaient été réduites en raison de la perspective, confortée à l'époque, de remise en service, ce qui commandait de limiter au maximum les risques de corrosion. Les méthodes employées furent encore adoucies: interdiction fut faite d'utiliser des réactifs agressifs. Les démontages furent limités au minimum nécessaire pour accéder aux endroits contaminés afin d'éviter des remontages ultérieurs.

Le parachèvement de la décontamination se fit donc essentiellement, pour les cuves et les tuyauteries, par l'emploi de jets d'eau à haute pression (jusqu'à 400 bars et 20 $m^3$/h), des opérations exécutées par une entreprise extérieure, Smetjet, spécialisée dans le nettoyage par eau sous pression des équipements industriels et qui disposait, pour ce faire, d'équipements mobiles montés sur camions. Les facteurs de décontamination étaient très variables en fonction de l'accessibilité des surfaces, pouvant varier de 20 à 100. Les effluents abondants en volumes étaient cependant très faciles à concentrer et les facteurs de concentration considérables du fait de leur très faible teneur en sel.

Pour les surfaces extérieures de certains équipements, des parois des cellules ou de zones contaminées à la suite d'incidents ou de démontages partiels, le nettoyage se fit suivant la gravité de la contamination par brossage à l'eau, nettoyage au jet sous pression ou enlèvement mécanique de la couche superficielle contaminée.

*Les démontages*

Le programme réduit au minimum ne concernait que des installations présentant des risques de contamination ou d'irradiation, ou dont la réutilisation n'était pas, ou plus envisageable.

Il s'agissait de démonter dans l'usine les tuyauteries de chargement des cuves du premier et du troisième dissolveur (Figures 117-119 [100]), un évaporateur à fonction multiple qui était fortement corrodé et un séparateur

[98] Ibid. p. 182.

[99] CL(86)1 examine les conséquences du déroulement des opérations sur le financement.



**Figure 117.** Démantèlement à la scie du tube principal du troisième dissolveur en 1978. (Source : diapositive couleur du fonds Eurochemic, sans date. )

de phase qu'il était impossible de décontaminer sur place. Il s'agissait aussi d'enlever 8000 litres d'anneaux Raschig en verre au bore utilisés comme poisons neutroniques dans 16 cuves, afin de permettre la décontamination de celles-ci[101]. Un certain nombre de tuyauteries et d'éjecteurs obturés par des dépôts solides furent également débouchés ou découpés.

Dans le laboratoire analytique, l'équipement des boîtes à gants et des autres enceintes fut enlevé. Après une première décontamination sur place, les boîtes furent transférées dans un local où leur nettoyage fut poursuivi jusqu'à un niveau permettant leur réutilisation.

Ce ne fut pas le cas de l'atelier de production d'oxyde de plutonium, qui avait occasionné bien des déboires lors de l'exploitation et qui fit l'objet d'un traitement particulier en raison de sa forte contamination au plutonium. La quantité de plutonium restée dans les enceintes et dans l'équipement, du fait des difficultés rencontrées au cours de l'exploitation, était évaluée à 3,1 kg. L'ensemble fut nettoyé, démonté, découpé et placé dans des sacs en plastique fermés hermétiquement par soudure. Ces derniers furent à leur tour placés dans 190 boîtes métalliques d'une contenance de 28 litres[102]. Ces opérations occupèrent 12 agents sur trois mois (1000 hommes-heure), la dose totale absorbée étant de 60 mSv.

---

100 Le premier dissolveur ne répondait plus aux caractéristiques des combustibles relatives à leur taux de combustion, et pour le troisième il n'était plus question de retraiter des MTR. Les Figures 118 et 119 montrent d'autres aspects du travail dans l'usine à cette époque.

101 HILD W., DETILLEUX E., GEENS L. (1980), p. 203.

102 DETILLEUX E. (1978) p.182 : L'atelier «comportait six enceintes alpha protégées par des écrans gamma. Ces enceintes, interconnectées entre elles, abritaient les équipements de précipitation et de calcination de l'oxalate de plutonium, ainsi que ceux servant au conditionnement et à l'échantillonnage de l'oxyde de plutonium. Après le nettoyage et la décontamination, les équipements ont été démontés et découpés en pièces ne dépassant pas 30 cm. Ces opérations ont été effectuées à l'intérieur des enceintes en utilisant les techniques courantes du travail en boîtes à gants [...]. Après l'enlèvement de l'équipement et un dernier nettoyage, trois couches successives de peinture plastique furent vaporisées sur les parois intérieures des enceintes; les parois extérieures furent à leur tour couvertes par deux couches de peinture. Pour éviter la contamination au cours de la séparation des enceintes, la boîte à enlever était glissée dans un sac plastique dont l'extrémité était fixée de façon étanche à l'autre boîte. Après la dissociation des deux

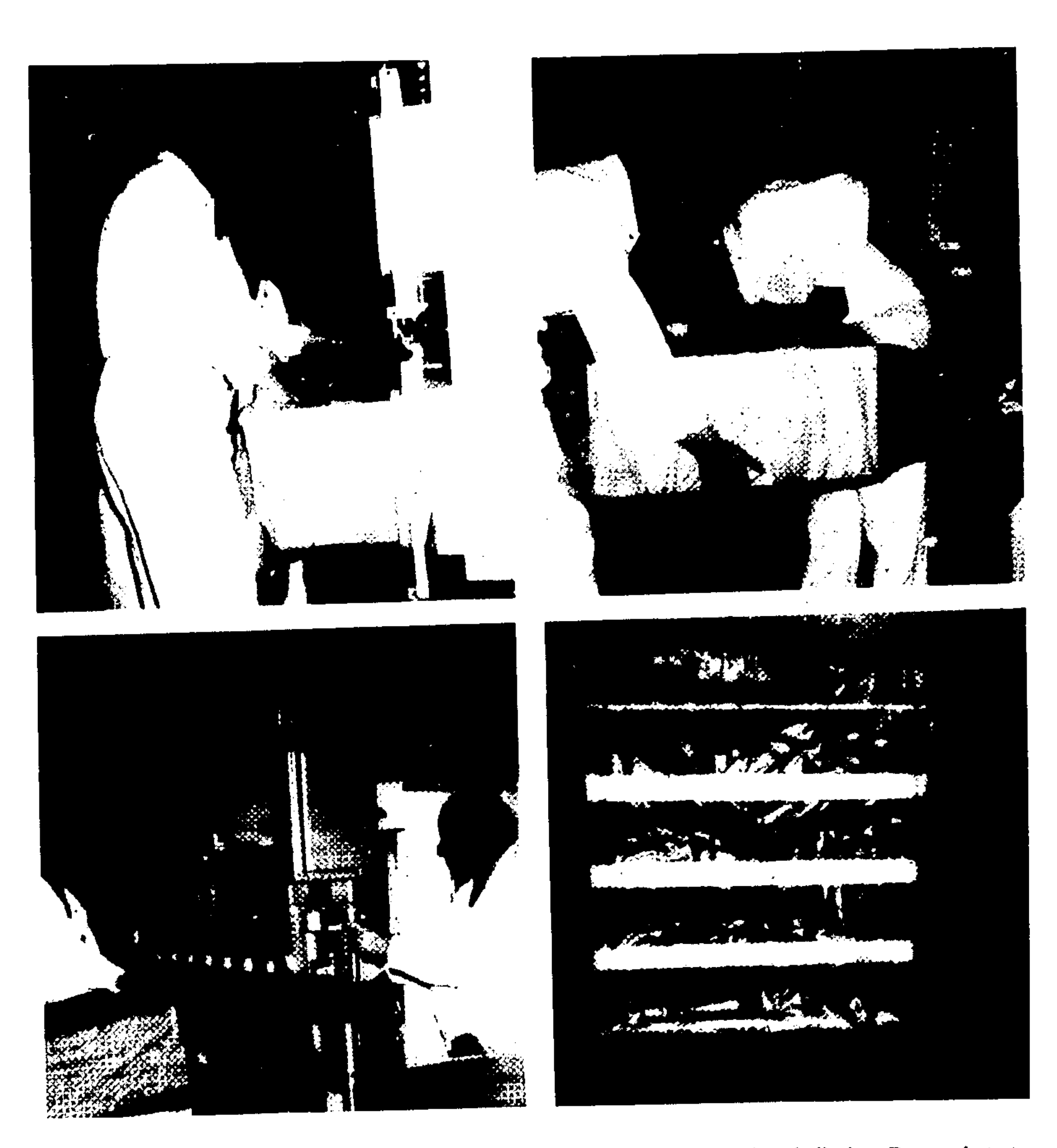


**Figure 118.** Changement d'un filtre absolu dans la salle de l'unité de ventilation de l'usine. Deux opérateurs glissent le filtre usé dans une poche en plastique, qui est ensuite hermétiquement scellée. Le filtre ainsi conditionné est évacué et reconditionné comme déchet. (Source : RAE 1981, hors-texte entre les p. 8 et 9. )

---

boîtes, le sac était fermé par double soudure. Chaque boîte était ensuite emballée dans un second sac en plastique avant d'être déposée dans une caisse en bois destinée au transport vers l'atelier de démantèlement [du CEN/SCK]».

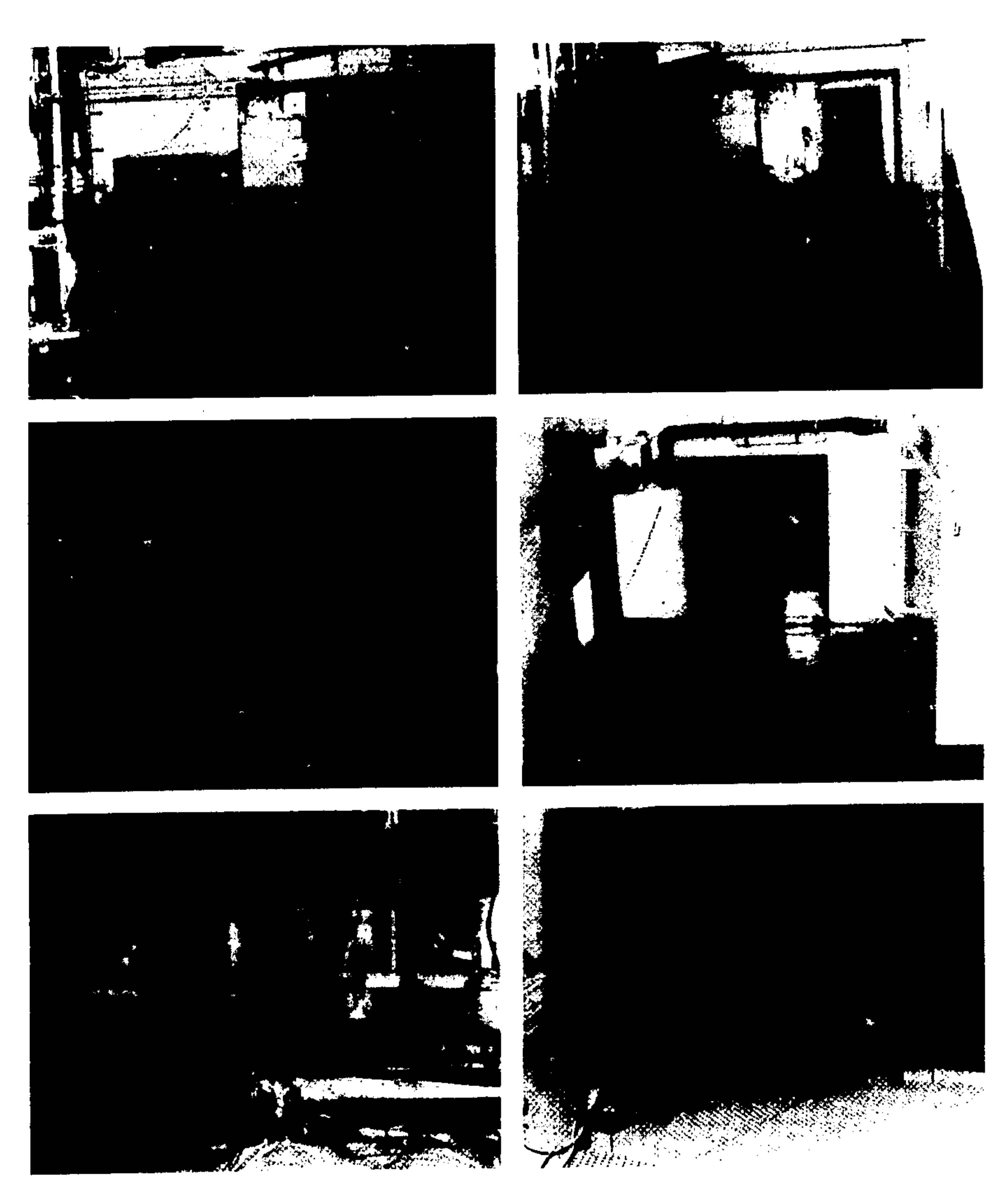


**Figure 119.** Après la décontamination, réparations et peinture de certaines zones de l'usine en vue de la reprise du retraitement. Dans la colonne de gauche l'état des lieux après décontamination, dans la colonne de droite l'état des lieux après restauration et mise en peinture. En haut, dans l'ancienne zone de séparation sèche du plutonium, zone 29. Au milieu, dans la cellule 13, qui comportait les pompes de la queue de procédé de l'uranium. En bas, dans la zone 22 de préparation du plutonium. (Source : RAE 1981, photos entre les p. 8 et p. 9. )

L'outillage utilisé pour les démontages était classique[103] – des scies diamantées, des scies à métaux, des foreuses – et le matériel d'intervention et de protection courant – tenues de vinyle, masques ordinaires ou à alimentation en air, blindages locaux amovibles. D'une manière générale d'ailleurs, les opérations supposaient la participation des opérateurs dans les cellules, en l'absence, pour des raisons à la fois techniques et de coût, de machines télécommandées ou de robots. Cette prédominance du travail humain explique la délivrance de doses, strictement encadrées par les procédures de conception des opérations et suivies par les équipes de radioprotection.

***Bilan radiologique des travaux de décontamination et de démontage à Eurochemic*** [104]

*Les principes de radioprotection pendant la phase de rinçage et de décontamination*

Les procédures appliquées pendant ces phases ne différaient pas fondamentalement des opérations d'entretien qui avaient entrecoupé les campagnes de retraitement. Chaque opération était planifiée par un HWP ou un PREP et était surveillée pendant son exécution. L'apparition de circonstances imprévues entraînait en règle générale la suspension temporaire des travaux et leur évaluation avec, le cas échéant, modification du plan de travail. En 5 années furent ainsi délivrés 5238 PREP et 215 HWP[105].

Les personnels d'intervention étaient équipés d'une salopette à capuchon en chlorure de polyvinyle ou en «tyvec» pour les travaux en conditions sèches, de gants et de bottes en caoutchouc et d'un masque à filtre antipoussières, ou, au cas où la concentration dépassait $10^{-7}$ Ci/m$^3$, un masque avec adduction d'air extérieur. Dans certaines cellules encombrées ou pour des travaux d'accès difficiles devait être toutefois utilisé un masque sans adduction.

La dosimétrie externe était assurée par les mêmes méthodes que pendant la période du retraitement, la dosimétrie interne était contrôlée par l'analyse d'échantillons d'urine. En cas de résultats supérieurs aux niveaux d'investigation, les services du CEN/SCK réalisaient des analyses complémentaires des matières fécales ou des comptages poumons et corps entier. Pendant la période de décontamination, «aucun cas de contamination interne significative n'a été enregistré pour les travailleurs qui étaient occupés» [aux opérations de rinçage et de décontamination].[106]

*Les doses reçues*

**Tableau 91. Les doses collectives annuelles** [107]

| Année | Doses collectives annuelles (mSv) |
|---|---|
| 1975 | 1566 |
| 1976 | 1462 |
| 1977 | 1746 |
| 1978 | 2250 |
| 1979 | 1963 |
| 1980 | 1264 |

**Tableau 92. Les doses moyennes de 1975 à 1980**

| | Dose moyenne annuelle (mSv) |
|---|---|
| 1975 | 9,3 |
| 1976 | 8,4 |
| 1977 | 9,7 |
| 1978 | 10,6 |
| 1979 | 9,3 |
| 1980 | 6,0 |

[103] Une revue rapide des techniques couramment employées ou pionnières dans la décontamination et dans la découpe lors du déclassement des installations nucléaires à la fin des années soixante-dix est faite dans AEN/OCDE(1980a et b). La robotisation en est au stade expérimental, comme en France le prototype VIRGULE présenté in CREGUT A. (1978), p.171.

[104] OSIPENCO A., DETILLEUX E., FERRARI P. (1980).

[105] Ibid. p. 258 pour la répartition trimestrielle.

[106] Ibid., p. 259.

[107] RAE 1975 à 1980. Il faut rappeler que la limite légale individuelles était de 50 mSv et que les propositions actuelles de la CPRI sont de 20 mSv.

On constate une tendance à l'augmentation des doses collectives entre 1976 et 1978, ce qui traduit la montée en puissance du programme de décontamination. La relative stabilité des doses moyennes est obtenue par l'augmentation des effectifs et le recours à des personnels extérieurs[108] :

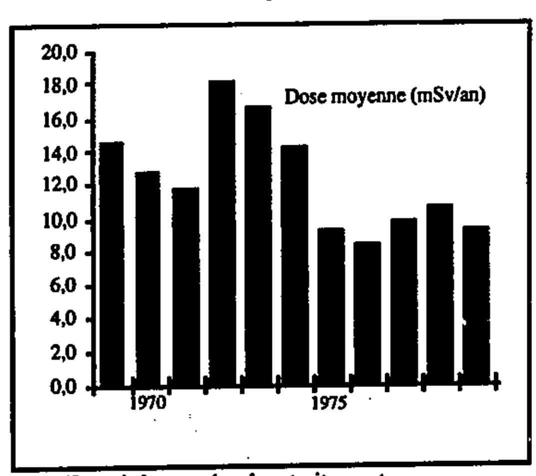
Tableau 93. **Personnels d'Eurochemic et personnels extérieurs face aux doses moyennes de 1975 à 1980**

| Année | Personnel Eurochemic : Nombre | Personnel Eurochemic : Dose moyenne en mSv/an | Personnel extérieur : Nombre | Personnel extérieur : Dose moyenne en mSv/an | Total : Nombre | Total : Dose moyenne en mSv/an |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1975 | 152 | 9,6 | 17 | 6,4 | 169 | 9,3 |
| 1976 | 153 | 8,2 | 22 | 9,4 | 175 | 8,4 |
| 1977 | 160 | 9,6 | 20 | 10,4 | 180 | 9,7 |
| 1978 | 160 | 8,3 | 52 | 17,9 | 212 | 10,6 |

De 1976 à 1978 les intervenants extérieurs, travaillant dans de plus grandes proportions pour faire face aux exigences et à l'urgence du programme, ont reçu des doses moyennes plus de deux fois supérieures aux employés d'Eurochemic, contrairement à ce qui s'était passé pendant la période de retraitement. Les doses des personnels en régie furent ensuite comparables à celles reçues par l'ensemble des effectifs pendant la période de retraitement. La cause de cette plus grande exposition est probablement due à la moindre connaissance des lieux qu'avaient ces personnels en régie, ce qui les exposait plus à des contaminations accidentelles.

La comparaison avec la période de retraitement en tableau 94 met cependant en évidence une nette baisse des doses moyennes comme des doses collectives.

Tableau 94. **Doses moyennes de 1969 à 1979**




En noir les années de retraitement
En gris les années de décontamination

Tableau 95. **Doses collectives annuelles par grands types de période**

| Période | Doses collectives annuelles moyennes (mSv) | Moyenne des doses moyennes annuelles (mSv) |
|---|---|---|
| 1969-1974 (retraitement) | 3495,0 | 14,7 |
| 1975-1979 (décontamination) | 1797,4 | 9,4 |

108 Pas de données en 1979 et 1980 autres que les doses collectives dans les RAE. Cf. l'annexe : Bilan de la radioprotection.

La disproportion entre la réduction de près de la moitié des doses collectives et d'un peu plus du tiers seulement des doses moyennes est imputable à la baisse du personnel, mais la réduction d'ensemble est certaine.

Ce fait est explicable par la combinaison de plusieurs facteurs. La nature différente du travail, impliquant beaucoup d'opérations directes dans les cellules, aurait plutôt été un élément d'augmentation potentielle. S'il n'en a rien été, c'est probablement du fait de la bonne préparation des interventions, de la compétence des équipes, du fait aussi que l'usine était à l'arrêt et que les incidents furent beaucoup moins nombreux.

En effet, ne furent enregistrés en cinq années que neuf incidents – correspondant aux mêmes critères que ceux utilisés pour décrire la période de retraitement – contre 99 pendant les dix années précédentes.

Tableau 96. **Répartition annuelle des incidents de 1975 à 1979**

| 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 2 | 2 | 3 |

Il s'agissait d'un incendie dans l'unité de traitement des effluents de faible activité, de deux incidents de contamination du sol, une contamination de l'air, deux contaminations impliquant le personnel, une perte de courant électrique et deux incidents inclassables[109].

Les causes des délivrances de doses

Les doses reçues étaient surtout liées à des problèmes particuliers, dont l'analyse donna lieu aux recommandations figurant en conclusion de l'article d'Osipenco A., Detilleux E., Ferrari P. (1980).

La nécessité d'envoyer des agents à l'intérieur des cellules pour y mesurer l'évolution du niveau d'irradiation en fonction de l'avancement des travaux de décontamination fut à l'origine d'une dose collective de 230 mSv absorbés sur 18 mois par 11 employés. Ce fut le prix à payer pour l'absence de moyens permettant d'effectuer ces contrôles sans pénétrer dans les cellules.

La disposition et les dimensions réduites des sas d'entrée rendaient malaisé l'accès aux cellules, ce qui provoqua un certain nombre de contaminations accidentelles, notamment à la suite de chutes d'objets ou de renversements de liquides.

Le nombre élevé d'appareils logés dans certaines cellules afin de limiter le volume de celles-ci rendait difficile la circulation et était la cause d'une radioactivité ambiante élevée.

Dans certaines cellules où circulaient des solutions corrosives, des dégâts imprévus furent découverts sur certains équipements d'importance secondaire. Ils étaient dus à une protection insuffisante ou inadéquate. La géométrie adoptée pour le montage de certaines tuyauteries ou pièces d'équipement fut également une cause supplémentaire d'irradiation du fait de la formation de «points chauds» dus à l'accumulation, au niveau de coudes brusques, de points bas, de trop-pleins de réservoirs, etc., de résidus solides fortement irradiants, formés de précipités et de produits de dégradation, qu'on appelle, dans le jargon des retraiteurs, le "crud"[110].

D'une manière générale, les difficultés rencontrées allongèrent les délais et compliquèrent les interventions, mais sans jamais les bloquer.

Ces diffultés étaient essentiellement dues à la combinaison de deux types de facteurs: l'insuffisance de la prise en compte des exigences du démantèlement lors de la conception d'une part ; et d'autre part l'emploi de matériaux de moindre qualité pour les pièces d'équipement qui n'étaient pas directement impliquées dans le procédé, comme les tuyauteries d'eau, de vapeur, d'air comprimé, les supports d'appareils, etc. Il entraîna des effets qui n'avaient pas été prévus lors de la conception de l'usine. Un exemple particulièrement significatif de cette situation fut celui des étiquettes d'identification des tuyauteries qui avaient été mises en place lors de la construction pour permettre le repérage des nappes de tuyauteries. Leurs attaches en fil de fer n'avaient pas résisté à l'atmosphère corrosive de certaines cellules. Elles ne purent donc remplir partout leur rôle, qui était l'identification immédiate des tuyauteries concernées[111].

La phase de décontamination et de démontage fut, comme la période de retraitement, productrice de déchets. Ceux-ci étaient toutefois souvent d'une nature particulière.

---

109 VIEFERS W. (1986), liste des incidents en annexe non paginée. Les deux incidents inclassables étaient l'un le versement accidentel d'une solution caustique, l'autre la déconnexion de l'arrivée d'acide nitrique dans une boîte à gants.

110 HILD W., DETILLEUX E., GEENS L. (1980), p. 200.

111 Pour une analyse plus complète, cf. HILD W., DETILLEUX E., GEENS L. (1980), p. 203.

***Des déchets originaux ou classiques qui s'ajoutent au «passif nucléaire» de l'entreprise***

*Les déchets générés*

Forte augmentation de la production de déchets solides

Par rapport à la période du retraitement, la quantité de déchets solides de faible activité classiques augmenta fortement avec les opérations de décontamination. Feuilles et sacs en plastique, papier absorbant, chiffons, vêtements de protection, gants, couvre-souliers étaient recueillis sur le site d'intervention dans des sacs en plastique, compactés par Eurochemic et conditionnés dans des fûts standards, pris en charge par le CEN/SCK en vue de leur immersion (Figure 120).

Mais s'y ajoutèrent, en grandes proportions, des déchets d'un type nouveau, des solides incompressibles et incombustibles produits par la décontamination des surfaces et par le démantèlement. Il s'agissait de déchets de béton, sections de tuyauteries, parties de réservoirs, vannes, briques de plomb. La décontamination poussée des surfaces de béton généra, en particulier, un volume important de déchets solides incompactables.

Les niveaux d'activité de ces déchets étaient très variables et il était nécessaire de procéder à leur tri. Les déchets de faible activité bêta et gamma furent en règle générale bétonnés avant d'être transportés vers le CEN/SCK en vue d'être immergés.

Le volume global des déchets solides générés est difficile à estimer parce que les inventaires sont très détaillés et que les unités employées sont souvent spécifiques – nombre de filtres et préfiltres, etc. – et varient suivant les années, ce qui empêche toute agrégation. A titre d'exemple est indiquée dans le tableau 97 la production de l'année 1977 [112] :

Tableau 97. **Production de déchets solides en 1977**

| Type de déchet | Conditionnement | Nombre d'objets |
|---|---|---|
| Combustible bêta-gamma | Fûts de 220 l | 614 |
| Non-combustible bêta-gamma | Fûts de 220 l | 393 |
| Non-combustible bêta-gamma | Boîtes de 30 l | 20 |
| Equipement contaminé au plutonium | Boîtes de 30 l | 305 |
| Equipement contaminé au plutonium | Fûts de 220 l | 78 |
| Filtres absolus | carton et plastique | 199 |
| Préfiltres | carton et plastique | 200 |

Les effluents

Les effluents provenant des opérations de décontamination et de démontage furent évacués, stockés ou conditionnés de la même façon que les effluents issus du retraitement. Concentrés, ils générèrent environ 200 $m^3$ d'effluents de moyenne activité, qui furent en règle générale ajoutés, soit aux stocks d'effluents de dégainage aluminium, soit aux concentrats d'effluents chauds (HWC)[113]. Certains concentrats produits après juin 1978 furent directement envoyés sans être stockés dans l'installation de bitumage alors en service[114].

Le tableau suivant regroupe les statistiques de production des effluents de moyenne activité, pour l'ensemble du site. Ce fait explique que les quantités globales de HW concentrés en HWC sont supérieures à celles indiquées ci-dessus pour les seules opérations de décontamination.

Tableau 98. **Production d'effluents HW et de leurs concentrats HWC en m³ de 1975 à 1980** [115]

| | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HW | 374,0? | 1730,0 | 1230,0 | 1813,0 | 2928,0 | 1013,0 |
| HWC | 70,0? | 48,0 | 27,5 | 18,9 | 52,7 | 27,6 |
| Facteur de concentration HWC/HW | 5,34 | 36,04 | 44,72 | 95,92 | 55,55 | 36,70 |

112 RAE 1977, p. 27.

113 ETR324, p. 4.

114 Cf. 4e Partie, chap. 2.

115 Pour 1975, lié à la décontamination de l'usine seule. RAE 1975, p. 22.



**Figure 120.** Empilement de fûts de déchets de faible activité au CEN en vue de leur immersion dans l'Atlantique. (Source : Diapositive couleur du fonds Eurochemic.)

L'augmentation du facteur de concentration jusqu'en 1978, date d'entrée en fonction de l'unité de bituminisation, traduit la baisse d'efficacité de la décontamination, elle même liée à la diminution de la contamination évacuable sans destruction dans l'usine.

*L'évacuation des déchets produits dc à 1979*[116]

Les déchets solides de faible activité

Les déchets de faible activité onditionnés par Eurochemic et pris ensuite en charge, pendant cette période comme pendant celle du re :nt, par le CEN/SCK responsable des opérations d'immersion dans l'Atlantique de tous les déchets de produits en Belgique.

Des campagnes d'immersion lieu chaque année pendant la période[117]. La Belgique participa à toutes les opérations sauf en 1977.

Lors du premier voyage de 1976, eut lieu un incident mettant en cause la qualité du conditionnement des conteneurs d'Eurochemic. Le rapport annuel de l'AEN le rapporte ainsi[118] :

---

116 La gestion des déchets stockés sur le site est traitée systématiquement dans la 4e Partie, chap. 2. La partie qui suit se limite donc à l'évacuation des déchets de faible et moyenne activité pendant la période de mise à l'arrêt.

117 En 1976 fut lancée à l'OCDE la proposition d'établir un «mécanisme multilatéral de consultation et de surveillance pour l'immersion des déchets radioactifs en mer».(RAEN 76 p.40). Le MMCS fut établi le 22 juillet 1977 (RAEN 77 p.54) pour entrer en application immédiatement.

En 1978 fut choisi un nouveau site d'immersion, situé à côté du précédent. C'était un rectangle défini par les méridiens 16° W et 17°30' W et deux parallèles situés à 10 miles marins respectivement au Nord et au Sud du 46e parallèle Nord. Les dispositions du MMCS furent appliquées lors de cette opération sur la base volontaire. A partir de cette même année, deux opérations distinctes furent menées, l'une associant la Belgique, les Pays-Bas et la Suisse, l'autre ne concernant que le Royaume-Uni.

Une réévaluation de la validité du site fut faite par un groupe d'experts en 1979-1980 et publiée en avril 1980. Elle autorisait la poursuite des opération pour les cinq années à venir.

118 RAEN, 1976,41-42. Les données chiffrées sur l'immersion sont regroupées a la 4e Partie, chap. 2.

«[L'] un [des] conteneurs [conditionnés par Eurochemic] a flotté à la surface, alors que l'autre a éclaté lors de son immersion. On a fait couler le premier de ces conteneurs après l'avoir percé et toutes les matières libérées à partir du conteneur éclaté ont été récupérées sous la direction du responsable à bord en chef, qui avait été désigné par l'AEN, réemballées et transportées à des fins d'enquête à l'établissement de recherches de Harwell, qui établit que le niveau d'activité des déchets était très faible».

Cet incident entraîna la révision des procédures de préparation et de surveillance. Une enquête faite à Eurochemic établit la cause de la non-conformité, attribuées à des «défaillances humaines».

Une partie de ces déchets solides de faible activité ne put être prise en charge par le CEN/SCK car elle ne répondait pas aux conditions fixées pour l'immersion. Ces déchets furent par conséquent entreposés sur le site d'Eurochemic, soit après enrobage dans du béton, soit en l'état en vue d'un conditionnement ultérieur avec les déchets provenant du démantèlement des installations ou de leur remise en service. Dans la même perspective les déchets solides contaminés alpha ainsi que ceux de haute activité furent entreposés en attente sur le site.

Les effluents de faible activité

Les effluents de faible activité furent comme par le passé, évacués vers les installations du CEN où ils étaient traités avant rejet (Tableau 99).

Les quantités d'effluents tièdes ou froids étaient notoirement plus faibles que pendant la période de retraitement, mais les volumes de condensats inactifs étaient assez comparables, en particulier à cause de l'usage massif d'eau sous pression.

Tableau 99. **Production d'effluents de faible activité de 1976 à 1980, exprimée en $m^3$/an** [119]

| | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 |
|---|---|---|---|---|---|
| Tièdes(WW) | 3246 | 3610 | 3610 | 8550 | 3096 |
| Froids (CW) | 4224 | 6353 | 7653 | 6915 | 5187 |
| Condensats inactifs | 21 648 | 18 750 | 17 046 | 20 284 | 15 037 |

Les effluents de moyenne activité provenant de la concentration des solutions de rinçage et de décontamination furent stockés avec les effluents produits par le retraitement.

Leur conditionnement dans le bitume débuta en juin 1978 dans la nouvelle installation EUROBITUM, les fûts résultant de cette opération étant stockés dans l'installation adjacente EUROSTORAGE. Avec la mise en service d'EUROBITUM en 1978, commença la phase de conditionnement des déchets de retraitement et de décontamination jusque là simplement conservés en l'état sur le site. Les travaux dans l'usine furent suspendus en attendant une décision et l'usine entra en sommeil, en "stand-by", tout rejet extérieur étant empêché par le maintien d'une ventilation à dépression réduite. Le personnel utilisé dans l'usine fut reconverti dans les opérations de gestion des déchets.

La mutation vers la gestion des déchets était donc achevée au début des années quatre-vingts, alors que le site devenait la propriété de la Belgique.

[119] Pas de données dans les RAE pour 1975.

## *Chapitre 2*

# D'Eurochemic à Belgoprocess

## Gestion des déchets et débuts du démantèlement

***Janvier 1980 – novembre 1990***

La Belgique connut des difficultés à mettre sur pied un organisme repreneur du site, ce qui amena la Société internationale, entrée en liquidation en 1982, à poursuivre ses activités industrielles jusqu'à la fin de 1984. La conclusion d'un accord en avril 1986 permit à Eurochemic de déterminer ses ultimes obligations et de mettre un terme en novembre 1990 à la coopération internationale commencée trente-cinq années plus tôt. Il était désormais reconnu que le retraitement ne reprendrait jamais à Mol.

L'exécution du programme de conditionnement des déchets, qui était devenu la priorité après la fin du retraitement, s'était accélérée après la fin des opérations de mise en sommeil de l'usine de retraitement. Les années quatre-vingts furent une période de coopération technique ayant pour objet le tri des déchets, notamment ceux qui étaient contaminés au plutonium, le bitumage des effluents de moyenne activité et le bétonnage des déchets solides qui s'étaient accumulés sur le site.

Mais le conditionnement des deux sortes d'effluents de haute activité qui concentraient la plus grande partie de la radioactivité accumulée sur le site supposait de résoudre des problèmes techniques nouveaux. Leur résolution suscita une intense activité de R&D internationale, qui déboucha sur la mise au point d'une méthode de vitrification originale appliquée avec succès dans une installation pilote.

Le démantèlement de l'usine, qui découlait de l'annonce officielle de la renonciation au retraitement sur le site et qui devait achever le cycle de vie de l'entreprise, était en cours lorsque prit fin la coopération internationale commencée trente cinq années plus tôt.

### La nationalisation du site et la dissolution de la Société internationale

L'application de la Convention fut compliquée par l'impossibilité dans laquelle se trouva la Belgique de créer une société repreneuse et par un certain retard dans l'application du programme technique. Le gouvernement belge dut faire appel à Eurochemic pour assurer pour son propre compte un certain nombre d'opérations, non seulement, comme cela avait été prévu, pendant la durée du transfert, mais également au-delà.

#### *Le blocage belge et le Protocole du 17 décembre 1981*

##### *En attendant le débat parlementaire belge sur l'énergie*

La signature de la Convention de juillet 1978 fut suivie par le vote du collectif budgétaire du 5 août dont l'article 89 autorisait le Gouvernement à confier les activités du cycle du combustible à une société mixte, qui reprendrait le site d'Eurochemic. Mais deux conditions étaient mises par les parlementaires. La première était que l'Etat soit majoritaire et la seconde que la création de la société se réalise avant le 31 décembre 1978.

Or parallèlement le gouvernement s'était engagé par une déclaration à ne créer la société qu'à l'issue du débat parlementaire prévu sur la politique énergétique. Ce débat n'eut lieu ni en 1978, ni en 1979.

En 1980, le blocage se poursuivait malgré la répétition dans l'article 179 de la loi du 8 août 1980 [1] des principes énoncés dans la loi de 1978. La condition cette fois explicitement exprimée par les parlementaires était cependant que le retraitement des combustibles irradiés ne pourrait être mis en œuvre en Belgique qu'après que les chambres se seraient prononcées sur la politique énergétique. Dans son second paragraphe, le même article de

---

1 *Moniteur belge* du 15 août 1980 p. 9520. Loi relative aux propositions budgétaires. Art. 179 §4.

la loi de 1980 posait également le principe de création d'une agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs[2].

Bien que le débat ait été engagé par le Ministre des Affaires économiques, Willy Claes, en commission au Parlement, l'année 1981 s'écoula encore sans qu'une décision soit possible. Le 24 avril 1981 fut cependant signée une Convention entre l'État et les producteurs d'électricité, aux termes de laquelle les coûts de gestion du combustible irradié seraient intégrés dans le prix du kWh nucléaire. Cette mesure reprenait, en l'élargissant à l'ensemble de la gestion du combustible irradié, la décision du CMCES du 16 décembre 1976. Elle allait avoir comme conséquence d'infléchir, en l'éloignant de la position gouvernementale, celle des électriciens dans le projet de retraitement national.

*La négociation du protocole de 1981*

La Belgique se trouvait donc dans l'impossibilité de reprendre, lorsqu'elle devint propriétaire du site le 31 décembre 1981, non seulement le retraitement, mais même la simple gestion de la part des déchets qui lui incombait en vertu de la Convention de 1978. Il n'y avait en effet ni société mixte ni organisme public capable techniquement et juridiquement d'assurer ces fonctions. Or il avait été prévu qu'Eurochemic cesserait toute activité techniques sur le site après que le transfert du site à la Belgique aurait été réalisé.

Or la société devait entrer en liquidation le 27 juillet 1982, à la suite d'une nouvelle et dernière prolongation de trois ans de son existence.

Cette situation prévisible avait amené la délégation belge au Conseil d'administration à demander la négociation d'un protocole visant à prolonger la présence d'Eurochemic sur le site désormais belge et à confier à l'ONDRAF, qui venait le 5 octobre 1981 de tenir sa séance constitutive, l'exécution à titre transitoire d'un certain nombre de tâches incombant au Gouvernement belge en vertu de la Convention de 1978.

*Le protocole de 1981*

Le *«Protocole d'accord relatif aux modalités d'exécution de la Convention entre le gouvernement belge et la Société Eurochemic»* fut signé le 17 décembre 1981. Il constatait dans ses considérants qu' «en l'absence de la constitution de la nouvelle société, le transfert de propriété a été effectué au profit du gouvernement..., [qu']Eurochemic n'a pas achevé la totalité des travaux qu'elle doit exécuter elle-même[3], [...] et qu'en l'absence de constitution de la nouvelle société Eurochemic ne peut demander [ainsi qu'il était prévu dans la Convention de 1978] à cette dernière de se charger d'une partie de ses travaux; [qu'] il est dans l'intérêt mutuel du Gouvernement et d'Eurochemic que l'exécution de la Convention se poursuive sans interruption, dans les meilleures conditions techniques et économiques».

Le protocole prévoyait donc la poursuite des activités industrielles d'Eurochemic sur le site jusqu'au 31 décembre 1983, partiellement pour le compte du gouvernement belge[4]. Ce dernier lui payait pour cela une contribution annuelle, fixée sur la base du prix coûtant à 72 M FB pour 1982 [5].

En ce qui concernait les employés, le gouvernement belge s'engageait par l'article 7 à réengager «un minimum de 160 agents d'Eurochemic», sur les 226 qu'elle comptait alors. La reprise du personnel devait intervenir au plus tard le 1er janvier 1984, avec des contrats à durée indéterminée comportant le maintien de l'ancienneté acquise depuis l'entrée dans la Société internationale.

Si la Société belge ne se constituait pas avant le 31 décembre 1983, Eurochemic verserait une contribution forfaitaire au gouvernement comme participation aux indemnités de licenciement qu'il y aurait lieu de payer dans ce cas[6].

---

[2] L'Arrêté royal du 30 mars 1981 créait en application de la loi du 8 août 1980 l'ONDRAF/NIRAS. *Moniteur belge* du 5 mai 1981, pp. 2654 à 2661.

[3] C'était en particulier le cas du bitumage des effluents de moyenne activité.

[4] Article 3a.

[5] Article 5a.

[6] Les problèmes sociaux engendrés par cette situation pour le moins complexe et angoissante pour le personnel furent suivis et négociés, pendant toute la période allant de 1978 à la reprise finale, par un groupe comprenant, outre les représentants syndicaux de l'entreprise et ceux de la Direction d'Eurochemic, le délégué belge au Conseil d'administration puis au Conseil des liquidateurs.

***Le débat sur l'énergie, la mise en liquidation de la Société Eurochemic et la demande de second protocole (1982-début 1983)***

*Enfin vint le débat*

Au début de l'année 1982 se mit en branle le processus qui permit enfin la tenue du débat sur l'énergie, promis en 1974. Le secrétaire d'Etat à l'Energie, Etienne Knoops, demanda aux présidents André Jaumotte et Julien Hoste l'actualisation du «Rapport des sages». Celle-ci fut remise en mars 1982. Elle confirmait et complétait les conclusions et recommandations de 1976. En ce qui concerne le retraitement[7], elle soulignait le retournement de la position officielle des Etats-Unis[8] et invoquait les assurances de sécurité apportées par le système international des garanties pour appuyer la remise en service de l'usine de retraitement à sa capacité nominale de 300 kg/j. Elle précisait que, «bien que cette capacité serait insuffisante pour nos besoins à long terme, elle revêt une importance bien au-delà de sa valeur nominale parce qu'elle permet à la Belgique de démontrer qu'elle garde une maîtrise sur la plupart des techniques du cycle du combustible. Ceci est une condition essentielle pour une détermination effective et autonome de notre politique énergétique»[9].

Le débat commença donc à la Chambre en juin 1982 pour s'achever au Sénat au début du mois de mars 1983.

*L'entrée en liquidation de la Société à partir du 28 juillet 1982* [10]

A l'expiration de la prolongation pour trois années au-delà du 27 juillet 1979, prolongation qui avait été décidée en juin 1978, Eurochemic entra en liquidation. Un Conseil des liquidateurs prit le relais du Conseil d'administration. Sa composition prolongeait celle du Conseil d'administration. Chaque pays membre était représenté par un «liquidateur». Il n'y avait donc plus de second siège pour l'Allemagne, la France et la Belgique[11]. Le Conseil des liquidateurs décida de maintenir en fonctionnement le groupe restreint et le Comité technique. Son objectif était, bien entendu, prioritairement d'effectuer la liquidation dans les délais les plus brefs. Mais les difficultés avec lesquelles se constitua une société repreneuse eurent pour conséquence paradoxale que l'entreprise, bien qu'en liquidation, continua à assurer pendant près de deux années et demi un programme technique défini par la Convention de 1978. A ce titre elle fut amenée à effectuer, jusqu'au 31 décembre 1984, avec la totalité de son personnel, des travaux pour le compte de l'État belge propriétaire du site depuis le 31 décembre 1981 [12].

*La demande de second protocole*

Dès la fin de 1982 en effet, il apparut que la «Nouvelle Société» ne pourrait être mise en place dans le délai terminal prévu par le Protocole, c'est-à-dire le 31 décembre 1983. Etienne Knoops, Secrétaire d'Etat à l'Energie, fit donc part au Président du Conseil des liquidateurs dans une lettre du 3 décembre 1982 de l'impossibilité dans laquelle son pays se trouvait de respecter les obligations du protocole, notamment en matière d'emploi. Il envisageait donc de demander une nouvelle prolongation de la présence sur le site d'Eurochemic.

---

7 Rapport final, éléments d'actualisation, chapitre VIII, p.4.

8 Le 8 octobre 1981 le Président Ronald Reagan levait l'interdiction de retraiter dans le pays [AtW, (1981) 12, p. 652]. Cette décision qui aurait permis le démarrage de l'usine de Barnwell fit cependant long feu. Quelques jours plus tard en effet le Président d'Allied Corporation, propriétaire de l'usine avec General Atomic Co, faisait savoir au Secrétaire d'Etat à l'Energie qu'il renonçait à reprendre le retraitement «en raison du maintien d'incertitudes réglementaires» et dans la mesure où «le retraitement est commercialement impraticable». Depuis 1968 les propriétaires avaient dépensé 400 M $ dans le projet.

9 Rapport final, éléments d'actualisation, chapitre VIII, p. 4.

10 Sur les aspects juridiques de la liquidation, voir tout particulièrement STROHL P. (1991) ainsi que la note de Otto von Busekist in CL(90)6/AG(90)3, 3 *Rapport succinct sur les activités principales de la Société pendant la période de liquidation.*

11 Cf. liste des liquidateurs en annexe.

12 Pierre Strohl, dans son article sur la liquidation de la Société, cf. STROHL P. (1991), p. 736-737, précise la situation juridique inédite que cela entraînait. Certes une partie de la gestion des déchets relevait de la liquidation normale de l'entreprise, comme participant au «règlement du passif». Mais le fait pour une entreprise en liquidation d'entreprendre des activités nouvelles contrevenait à la législation normale sur la liquidation et posait le problème de la compétence du Conseil des Liquidateurs pour la prise de décision. En fait là encore les exigences pratiques liées aux spécificités d'une entreprise nucléaire et au sens de leurs responsabilités chez les actionnaires l'emportèrent sur la lettre juridique. Il était impossible en effet de «mettre la clé sous la porte» avant d'avoir réglé le problème du «passif nucléaire».

Le principe de la négociation d'un second protocole fut accepté, difficilement, le 13 avril 1983 par le Conseil des liquidateurs. Mais celui-ci mit, comme condition, l'acceptation par la Belgique du principe de pourparlers futurs sur un accord relatif à un montant forfaitaire libérant une fois pour toute Eurochemic des obligations financières résultant de la Convention de 1978. Les pays membres souhaitaient en effet pouvoir mettre un point final à leur coopération en soldant définitivement leurs comptes. La Belgique avait, il faut le rappeler ici, proposé un tel accord dès juin 1974 dans la lettre d'André Oleffe, alors Ministre des Affaires Économiques[13].

Le *«Deuxième protocole d'accord relatif aux modalités d'exécution de la Convention entre le gouvernement belge et la société Eurochemic»* fut donc négocié à partir du mois d'avril 1983.

Mais entre la demande de prolongation de la gestion et la signature du second protocole en novembre la situation sembla enfin se débloquer du côté belge.

***Le déblocage de la situation du côté belge et le projet SYBELPRO (mars 1983-mai 1984)***

*La décision de reprise du retraitement, la Société mixte SYNATOM et le projet d'une nouvelle usine internationale*

Au début du mois de mars 1983 le débat sur la politique énergétique s'acheva au Sénat. Les chambres s'étaient prononcées en faveur[14] de la reprise du retraitement sur le sol national. Cette décision permettait ainsi l'entrée en vigueur des dispositions de la loi d'août 1980.

Le 8 mars 1983 un Arrêté royal donnait donc l'autorisation à la Société nationale d'Investissement (SNI) de créer une filiale spécialisée dans la gestion des activités du cycle du combustible. Celle-ci entra dans SYNATOM, donnant ainsi naissance le 11 avril 1983 à une société mixte, détenue par moitié par l'Etat belge et par les électriciens, la «Société belge des combustibles nucléaires SYNATOM».

Mais au sein de la nouvelle société, la position des producteurs d'électricité avait évolué sur la question du retraitement national au cours de 1982, probablement en raison du contenu de la Convention qu'ils avaient signée avec l'Etat le 24 avril 1981[15]. En effet les électriciens belges mettaient désormais deux conditions à leur participation financière à la remise en activité des installations d'Eurochemic. La première, sine qua non, était l'existence d'une participation étrangère, en particulier française, qui garantissait la qualité du transfert de technologie. La seconde, liée à la première, était de faire procéder par un syndicat d'études international à l'établissement d'un devis s'appuyant sur une analyse préliminaire de sûreté approuvée par les autorités nationales[16].

Ces exigences nouvelles compliquèrent les relations entre les autorités gouvernementales et les électriciens, les premières ayant tendance à considérer qu'il s'agissait de manœuvres plus ou moins dilatoires de la part des seconds pour se soustraire à ce qu'ils considéraient comme une obligation de leur part. Inversement les électriciens considéraient qu'ils n'avaient pas à supporter seuls – ou à faire supporter par les seuls consommateurs d'électricité – les coûts d'une stratégie inspirée par des considérations partiellement politiques, et qu'ils pourraient fort bien continuer à l'avenir à faire retraiter ailleurs[17].

Les partenaires privés de la Société belge des combustibles nucléaires SYNATOM exigeaient donc de faire procéder par un Syndicat d'Études, dit SYBELPRO[18], à une étude sur l'opportunité économique et technique du redémarrage d'une usine de retraitement réutilisant en les étendant les infrastructures d'Eurochemic.

Le CMCES, s'appuyant sur la décision des Chambres, autorisa donc le 5 mai 1983 le principe du redémarrage d'Eurochemic[19] et autorisa également SYNATOM à mener l'étude de faisabilité. SYNATOM devait

---

[13] Cf. 4e Partie, chap. premier.

[14] Parallèlement était remis en France le rapport de la Commission Castaing, dont les travaux avaient été suivis de très près en Belgique, cf. RGN (1983) 2, p. 162.

[15] Cf. supra. Il semble qu'un autre facteur ait pesé, celui d'un choix rendu nécessaire par l'importance des investissements, entre le soutien à l'usine MELOX de Belgonucléaire, en amont de la production électronucléaire donc, et celui au projet, aval, de retraitement.

[16] Il ne s'agissait pas d'une analyse de sûreté, imposée par la loi dans le cadre d'un projet effectivement en réalisation (cf. 3e Partie, chap. premier), mais d'une analyse préliminaire. Il fut d'ailleurs difficile d'obtenir des autorités même un simple avis, qui n'impliquait d'ailleurs en aucune façon une approbation. Les autorités belges émirent donc un «avis provisoire», à confirmer ou à infirmer, en son temps, sur la base du dossier légal de sûreté.

[17] Signataires des contrats donnant naissance à UP3 en1978, ils étaient assurés de pouvoir faire retraiter leurs combustibles irradiés à La Hague jusqu'en l'an 2000.

[18] SYBELPRO ne doit pas être confondu avec le Syndicat d'Études Belgoprocess créé le 19 septembre 1974, qui était quant à lui uniquement belge.

reprendre ultérieurement le site suivant des modalités renvoyées à une Convention ultérieure. Le CMCES suivait également SYNATOM dans le projet d'une usine de capacité accrue. Les Allemands et les Français y répondirent favorablement.

SYNATOM avait pris contact avec les principales entreprises européennes de retraitement. Le contrat créant SYBELPRO fut signé entre SYNATOM, DWK et la Cogéma le 27 mai 1983 [20]. Chaque partie entrait dans le syndicat d'études pour respectivement 60%, 20% et 20%. BNFL devait se joindre au projet au début de l'année 1984 en prenant 5% de participation cédés par SYNATOM.

*Le second protocole, un ultime délai conventionnel*

La création d'une société repreneuse était donc impensable avant la mi-1984, c'est-à-dire au-delà de la date limite du 31 décembre 1983.

Le second protocole négocié depuis avril fut signé le 23 novembre 1983. Il reflète la nouvelle situation et repousse les dates butoirs prévues dans le premier protocole. Mais il est alors clairement précisé qu'il s'agit de la dernière possibilité.

La prolongation de la période transitoire de présence d'Eurochemic sur le site est prévue «jusqu'au 31 décembre 1984 *au plus tard*»[21]. L'article 1 est très ferme :

«Au plus tard le 30 avril 1984, le Gouvernement notifiera à Eurochemic la décision qui aura été prise sur l'avenir de l'usine ainsi que les conditions dans lesquelles seront remplies les obligations incombant à la nouvelle Société en vertu de la Convention. De toute manière, au cas où, avant le 30 juin 1984, le Gouvernement n'aurait pas notifié à Eurochemic la décision visant à remettre l'usine en service, il sera réputé y avoir renoncé pour l'application des dispositions pertinentes de la Convention et du présent protocole d'accord».

Le principe de la négociation d'un accord forfaitaire était fixé par l'article 3 :

«Le Gouvernement et Eurochemic engageront dans le meilleur délai possible des négociations en vue de la conclusion d'un accord visant à régler de façon forfaitaire les dépenses qui, en vertu de la Convention, restent dues par Eurochemic après le 31 décembre 1984. Cet accord déterminera le montant et le calendrier des versements à effectuer par Eurochemic, sur la base d'une évaluation faite d'un commun accord».

*Le projet SYBELPRO – Une reprise du retraitement dans une usine étendue*

Le cahier des charges général[22]

La nouvelle usine devait être capable de retraiter des combustibles de réacteurs standards et non standards à eau ordinaire ainsi que des MOX. Le retraitement d'autres combustibles pourrait éventuellement s'y faire, ainsi que le conditionnement de pièces d'équipement.

Le coût de l'étude de faisabilité estimé à 250 M FB était réparti au prorata entre les membres du Syndicat d'études. SYNATOM estimait en effet qu'il fallait faire appel en partie à la technologie étrangère et dès le début considérait que l'usine, qu'elle financerait à 55% au maximum, devrait retraiter à 45% au moins des combustibles irradiés étrangers.

L'étude SYBELPRO

L'étude fut achevée en avril 1984. Elle prévoyait l'extension de l'usine à 120 t/an de capacité nominale, soit environ un doublement, pour un coût de 27 Milliards de FB[23]. L'usine serait d'après l'étude compétitive avec les installations existant à l'étranger.

L'usine nouvelle se différencierait de l'ancienne par une augmentation de capacité, mais aussi par les points suivants, qui tiraient les leçons des problèmes rencontrés par l'exploitation d'Eurochemic (Tableau 100).

---

19 Les conditions mises au redémarrage étaient essentiellement «de valoriser l'investissement, d'accroître la capacité des installations pour travailler à prix compétitif, tout en respectant les normes de rejet».

20 SYBELPRO (1983). Les représentants de SYNATOM étaient R. De Coort et R. Cayron, de DWK G.H. Scheuten et G. Otto, de la Cogéma François de Wissocq et Jacques Couture.

21 «Au plus tard» est rajouté à la main sur l'exemplaire original du protocole.

22 SYBELPRO (1983), «Exhibit 3».

23 Le cahier des charges tablait sur 18, 6 milliards. SYBELPRO (1983), Exhibit 4. Pour fixer les idées, on peut considérer que le coût actualisé de la conception et de la construction de l'usine originelle était de l'ordre de 10,4 milliards de FB 1984. Sur le bilan global, cf. la 5e Partie, chap. 2.

Tableau 100. **Comparaison entre l'usine Eurochemic et l'usine du projet SYBELPRO**

| EUROCHEMIC (période de retraitement) | Usine Belgoprocess prévue par SYBELPRO | Commentaire |
|---|---|---|
| dissolution chimique | dégainage mécanique | diminution des déchets et effluents de dégainage |
| stockage en piscine des déchets solides | bétonnage des déchets de dégainage | conditionnement en ligne |
| circuits LEU et HEU, types de combustibles variés | LEU uniquement et combustibles REO.<br>1er cycle de co-décontamination/ partition,<br>2e et 3e cycles d'extraction de l'U (capacité 600 kg U/j), 2e et 3e cycle d'extraction du Pu (mélangeurs décanteurs pour le 3e) | adaptation aux combustibles dominants, amélioration des résultats de la séparation des produits de fission et de l'extraction |
| concentration des produits de fission | concentration et dénitration des produits de fission | diminution du volume des déchets vitrifiés[24] |
| récupération de l'acide et des solvants | circuits permettant le recyclage dans le procédé des solutions acides tritiées<br>conditionnement du solvant usé par EUROWATT | traitement spécial du tritium, conditionnement en ligne des effluents |
| stockage des ILLW et HLLW | stockage intermédiaire des effluents, conditionnement (bitumage par EUROBITUM ou vitrification par l'AVB), stockage intermédiaire des effluents conditionnés. | conditionnement en différé contre simple stockage en l'état |
| nitrate d'uranium et oxyde de plutonium comme produits finals | nitrate d'uranium et oxyde mixte U-Pu | prise en compte des impératifs de non-prolifération. |

L'exécution du projet supposait l'adaptation des bâtiments et installations existants, et un programme de nouvelles constructions (Figure 121).

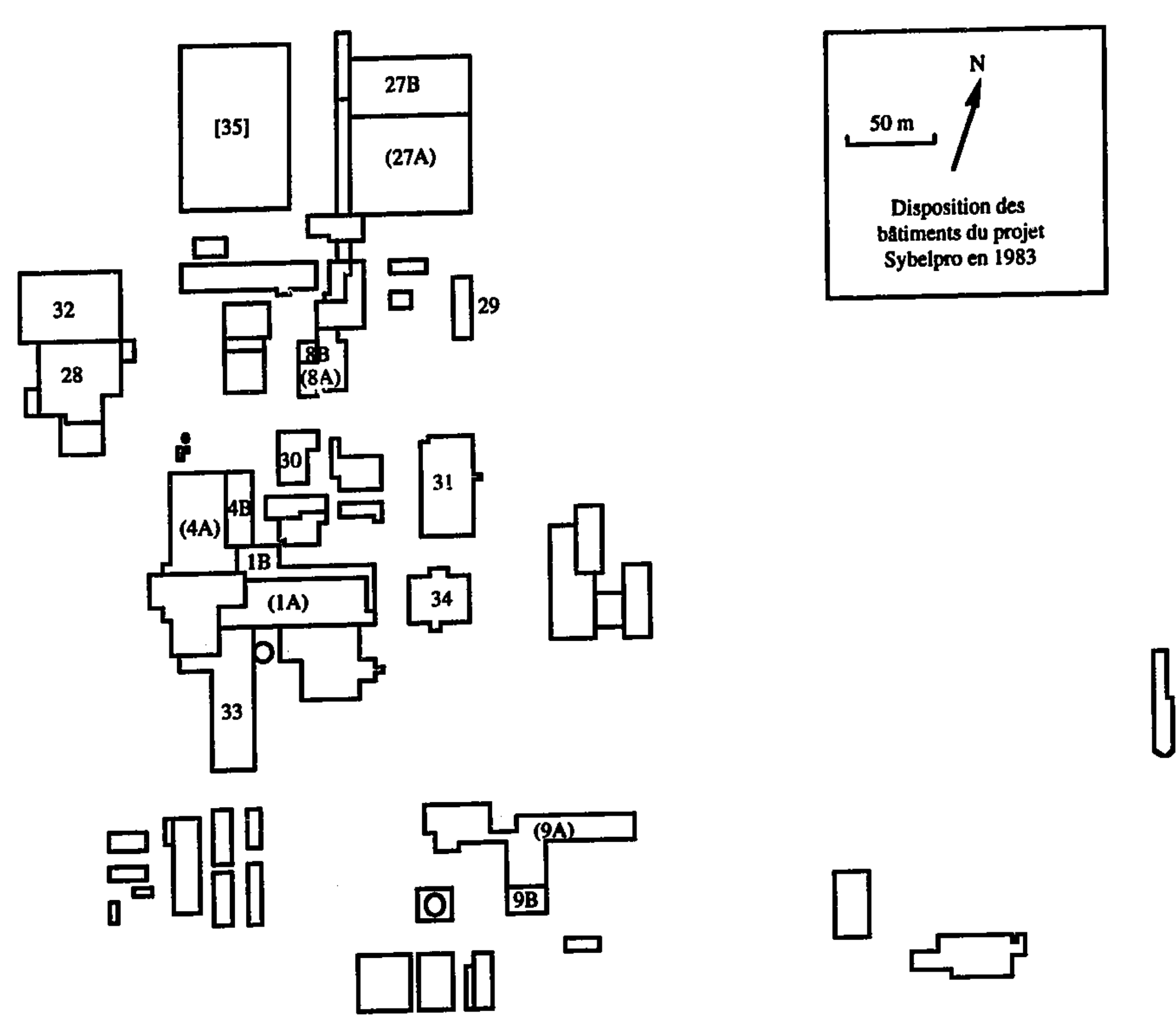
Ainsi par exemple étaient prévus pour l'usine de retraitement proprement dite un nouveau bâtiment pour la tête de procédé, avec l'installation de dégainage mécanique, ainsi qu'un nouveau bâtiment destiné à abriter l'unité de conversion du plutonium en oxyde mixte.

Les défections françaises et allemandes, l'échec du projet SYBELPRO et les conflits entre l'État et les électriciens belges sur les charges financières. La nouvelle impasse et l'échange de lettres du 26 juin 1984.

Quelques semaines après la remise de l'étude, la Cogéma faisait savoir qu'elle n'était pas en mesure de garantir l'utilisation de 20% de la capacité de l'usine. DWK annonça quant à elle qu'elle devait attendre la décision relative à l'usine allemande. Elle venait au début de l'année de demander à deux groupements, dont l'un dirigé par KWU et associant SGN, une offre de planification et de construction et de livraison «clé en mains»[25] d'une usine de retraitement d'une capacité de 350 t/an, dont il n'était pas sûr alors qu'elle soit

[24] La présence d'acide nitrique diminue la capacité unitaire de conditionnement de produits de fission par gramme de verre.

[25] Ou suivant l'expression belge «clé sur la porte».




Extensions prévues dans le cadre du projet Sybelpro (plan du 28 août 1983)

1B Extension du bâtiment d'extraction
4B Extension du bâtiment de ventilation
8B Extension du bâtiment de traitement des LLLW
9B Extension (éventuelle) du bâtiment des services généraux
27B Extension du bâtiment de stockage des déchets de moyenne activité
28 Bâtiment de vitrification des HLLW (Atelier de vitrification belge AVB)
29 Bâtiment de stockage des déchets vitrifiés Eurochemic (réalisé)
30 Bâtiment de stockage des effluents de haute activité
31 Bâtiment de conditionnement des effluents de haute activité (Pamela), en construction
32 Bâtiment de stockage des déchets vitrifiés par l'AVB
33 Bâtiment du Head-End
34 Bâtiment de conversion du plutonium
[35 Bâtiment de stockage des déchets conditionnés de faible activité; projet 12.1983]
Pour les autres bâtiments, voir le plan général à la fin du chapitre.

**Figure 121.** Disposition des bâtiments du projet Sybelpro en 1983 Le plan présenté ici part d'un document joint à l'étude, daté du 29 août 1983, qui recoupe très largement une annexe du contrat en date de décembre 1982. Ce dernier raccrochait le bâtiment 30 au bâtiment 22, prévoyait de stocker les déchets vitrifiés de Pamela au Nord de l'AVB (les bâtiments 28 et 32 n'étant plus accolés), enfin prévoyait au Nord du bâtiment 23 un bâtiment 35 destiné au stockage additionnel des déchets conditionnés de faible activité.

construite à Gorleben ou à Wackersdorf [26]. SYBELPRO fut donc dissous en mai 1984, mais les contacts demeurèrent entre Belges et Allemands[27] (Figure 122).

La Belgique se trouvait donc en mai 1984 à nouveau en difficulté pour respecter les engagements pris dans le second protocole. Les problèmes étaient encore accrus par la dégradation visible des relations entre l'État belge et les électriciens sur le problème du financement. Il n'était plus question de négocier un troisième protocole. Une solution fut trouvée le 28 juin 1984, permettant «d'obtenir un dernier répit»[28].

Par un échange de lettres[29]. la date limite de notification de la décision de remise en service de l'usine fut reportée au 30 novembre 1984. Le gouvernement s'engageait d'autre part par écrit à mettre sur pied une entité capable d'assurer les responsabilités industrielles sur le site à partir du 1er janvier 1985. Cette ultime concession était contemporaine du début des discussions sur l'accord forfaitaire, amorcées le 5 juin 1984. Ces demandes réitérées de délais mettaient la Belgique en situation de demanderesse, ce qui ne manqua pas d'affaiblir sa position dans les négociations qui s'engageaient alors.

***La création de Belgoprocess et l'accord forfaitaire***

*Belgoprocess, filiale de SYNATOM (novembre 1984)*

Une solution devait donc de toute urgence être trouvée du côté belge pour qu'une «structure d'accueil» fût fonctionnelle le 1er janvier 1985.

Le 26 novembre 1984, une Convention était signée entre SYNATOM et le Gouvernement belge, créant Belgoprocess S.A., filiale à 100% de SYNATOM. La Convention, dont les détails sont complexes, permettait surtout de reporter la décision finale sur le sort de l'usine au 31 décembre 1985 sans engager définitivement les parties[30]. Pendant un an la filiale de SYNATOM gérerait le site pour le compte de l'État et reprendrait les 160 salariés prévus. Elle assurerait le retraitement si la décision de retraiter était prise ; dans le cas contraire, l'Etat s'engageait à faire racheter l'entreprise par l'Agence belge de gestion des déchets radioactifs, l'ONDRAF/NIRAS. Les dispositions financières de la Convention transféraient, dans tous les cas, toutes les conséquences financières «des séquelles de l'activité passée d'Eurochemic» à l'État.

Le 29 novembre 1984 était créée Belgoprocess. La nouvelle Société assuma comme prévu la reprise du personnel et la gestion directe du site à partir du 1er janvier 1985. Le passage d'Eurochemic à Belgoprocess signifiait la fin de l'exception linguistique dans l'entreprise. La langue officielle de travail était désormais uniquement le néerlandais[31].

*Les négociations sociales d'octobre-décembre 1984 et le transfert de la majorité du personnel d'Eurochemic à Belgoprocess* [32]

Les difficultés rencontrées pour la mise en place de l'organisme belge repreneur créèrent, bien entendu, une grande inquiétude parmi le personnel. Elle se traduisit par une journée de grève le lundi 24 septembre 1984 car la promesse de reprise de 160 salariés apparaissait comme insuffisante. Des négociations débutèrent en octobre 1984 et aboutirent le 17 décembre 1984 à la conclusion d'un accord entre les syndicats et la nouvelle société.

---

26 RGN (1984) 2,p. 188; 3, p. 279. La taille de l'usine allemande projetée à Gorleben, initialement prévue en 1977 à 1400 t/an, avait été réduite à la suite d'un compromis, qui tentait de mettre fin à des oppositions qui s'étaient manifestées localement, passé avec le gouvernement fédéral en octobre 1979, cf. RGN (1980) 1, p. 108 et AtW (1980) 1, p. 61. Finalement DWK abandonnait le site de Gorleben, qui ne devait être qu'un site de stockage de déchets, et choisissait celui de Wackersdorf, en Bavière, en janvier 1985. Les oppositions locales se manifestant également en Bavière, la solution SYBELPRO pouvait constituer un lot de consolation ou une éventuelle solution de repli, d'où la volonté allemande de ne pas «couper les ponts».

27 Ces liens étaient resserrés par l'organisation du projet de vitrification PAMELA. Le groupement des électriciens suisses clients de la CEDRA, alors présidée par Rudolf Rometsch, lui-même favorable à une reprise du retraitement dans une installation qu'il connaissait bien, fit savoir alors qu'il était disposé à se joindre à un projet à condition que la participation allemande soit assurée pour former une entreprise à trois. En 1985 encore Belgonucléaire pouvait donc envisager l'existence dans un proche avenir d'un cycle complet du combustible dans le pays, cf. la figure 122.

28 Frérotte p.21.

29 Lettre de M. Etienne Knoops en date du 26 juin 1984, in CL/M(84)3 Annexe.

30 Le terme fut prolongé jusqu'au 31 mars 1986.

31 Depuis les années soixante-dix le néerlandais s'était imposé comme langue de travail dans les relations sociales entre les syndicats et la Direction.

32 Sources: RAE 1984, Archives du CL, témoignage d'Oscar Martinelle.

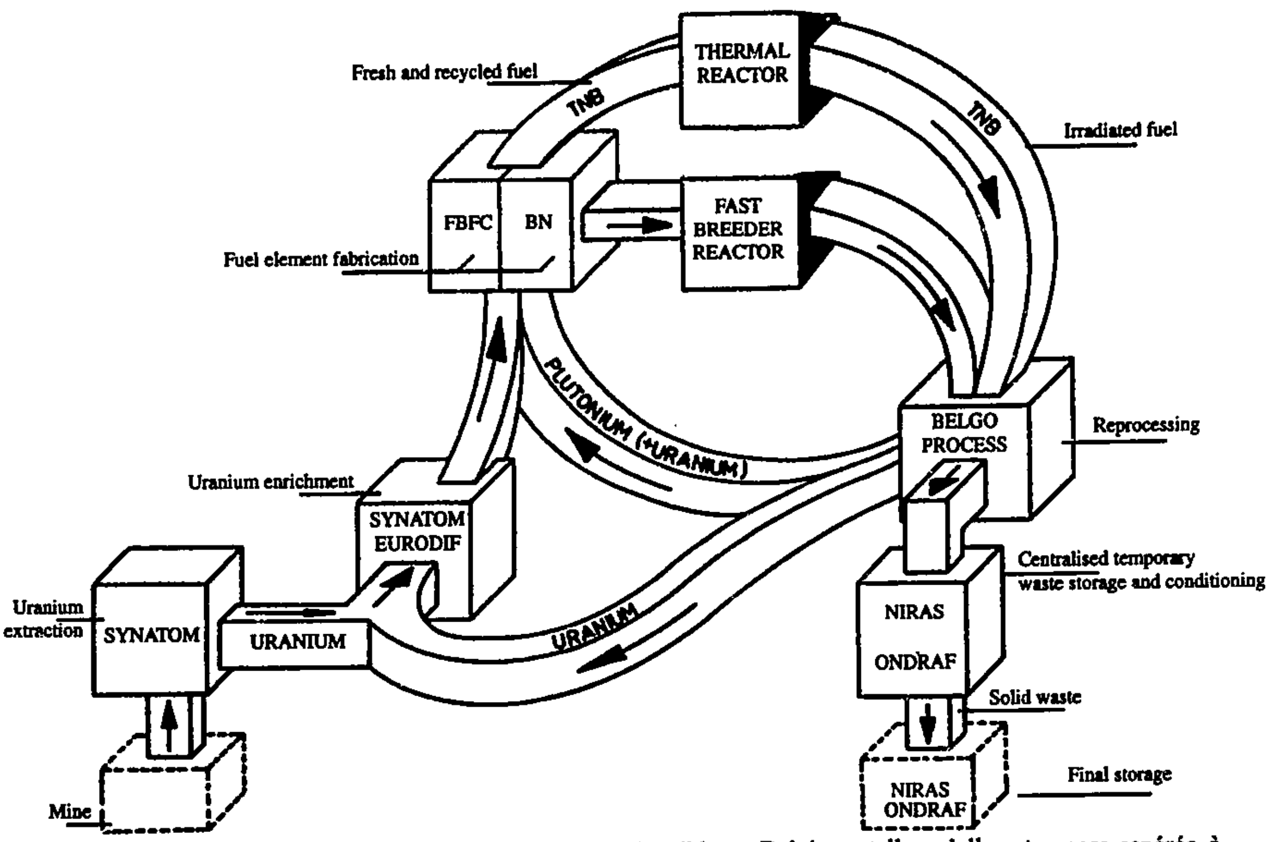



**Figure 122.** L'organisation du cycle du combustible en Belgique, telle qu'elle est encore espérée à la fin de 1985. La reprise du retraitement à Belgoprocess assurerait le bouclage d'un cycle incorporant un réacteur surgénérateur, fondé sur des importations d'uranium, enrichi par Eurodif, à laquelle participent les Belges. (Source : NEW, décembre 1985, p. 22, qui reprend en fait un document de Belgonucléaire.)

Belgoprocess acceptait de reprendre 170 personnes sur 226 [33] et proposait de nouveaux contrats de travail qui comportaient moins d'avantages sociaux que ceux dont ils avaient joui à Eurochemic. Cette dernière acceptait de les indemniser pour perte de certains droits acquis, notamment le bénéfice du fonds de prévoyance d'Eurochemic[34].

A l'issue des négociations 159 agents acceptèrent les nouvelles conditions et constituèrent le noyau du personnel de Belgoprocess[35]. Quatorze non belges sur cinquante et un[36] refusèrent ces nouvelles conditions et furent donc licenciés par Eurochemic. Trente-et-une personnes ayant plus de cinquante-cinq ans acceptèrent la mise en préretraite. Emile Detilleux devait donner sa démission après avoir été nommé Directeur général de l'ONDRAF.

Le personnel d'Eurochemic fut alors réduit à cinq personnes pendant l'année 1985, dont deux partirent en préretraite à la fin de l'année[37]. Resta alors en charge des problèmes de la Société sur le site une équipe de trois personnes comprenant le Secrétaire du Conseil des liquidateurs Otto von Busekist, le Directeur financier Oscar Martinelle et une secrétaire. Cette équipe réduite poursuivit, jusqu'à la fin de la liquidation, les tâches qui restaient à la charge d'Eurochemic sur le site : la rédaction des derniers rapports techniques[38], la gestion du fonds

---

33 Les effectifs d'Eurochemic étaient restés stables de 1979 à 1982, mais avaient augmenté cette année-là en liaison avec l'accroissement de la charge de travail liée au développement des activités de conditionnement des déchets. Cf. infra.

34 Le fonds de prévoyance était constitué d'une cotisation de 7% versée par le salarié, à laquelle l'entreprise ajoutait 14%. Chaque salarié recevait donc à sa sortie de l'entreprise un capital se montant à 21% des salaires.

35 Ces 159 personnes s'ajoutèrent à un noyau de 19 personnes en 1985. Belgoprocess comptait 178 employés en 1985, 175 en 1986, 169 en 1987,et 182 en 1988.

36 Sur ses 226 employés, l'entreprise comprenait 175 Belges, 18 Néerlandais, 13 Espagnols, 7 Allemands, 5 Français, 4 Italiens, 3 Britanniques et 1 Suédois.

37 L'ancien Directeur-adjoint Hubert Eschrich et l'ancien chef de la Documentation Willem Drent.

38 16 rapports furent publiés pendant la période de liquidation.

de prévoyance, celle du quartier résidentiel, qui fut vendu pour 40 M FB le 22 juin 1987, quelques affaires de contentieux du travail, qui furent pour la plupart réglées à l'amiable. L'antenne de Mol devait également commencer à ordonner les archives, le principe de la rédaction d'une histoire de l'entreprise ayant été approuvé en 1985 après la tenue d'un Séminaire sur l'expérience Eurochemic qui avait eu lieu en juin 1983 dans les locaux du BCMN de Geel. Elle assura surtout la liaison dans les négociations de l'accord forfaitaire prévu par le deuxième protocole, puis pour son application qui devait permettre la clôture de la liquidation.

*L'«Accord forfaitaire»* [39] *du 10 avril 1986 et la clôture de la liquidation de la Société Eurochemic (juin 1985-novembre 1990)*

Enjeux et principes

Les négociations s'étaient engagées le 5 juin 1984 sur l'accord dont le principe avait été défini à l'occasion de la rédaction du second protocole.

Les enjeux de cette négociation étaient importants et sont rappelés dans le dernier considérant de l'accord forfaitaire :

«CONSIDERANT l'intérêt des parties de régler de façon forfaitaire les dépenses restant à la charge d'Eurochemic en vertu de la Convention et des Protocoles d'accord en vue de permettre la clôture de la liquidation d'Eurochemic dans les meilleurs délais ;

SONT CONVENUS ce qui suit».

Les participants à Eurochemic désiraient absolument trouver un terme à une coopération dont les formes étaient désormais très loin du projet initial et dont il était désormais de notoriété publique que beaucoup de partenaires estimaient qu'elle n'avait que trop duré[40]. Mais ils voulaient le faire au moindre coût, tout en assumant leur responsabilité.

La Belgique souhaitait se couvrir au maximum pour les dépenses qu'elle aurait à faire pour régler le «passif Eurochemic». Elle héritait cependant un site nucléaire, à une époque où la création de nouvelles installations se révélait en Europe quasiment impossible, du fait des transformations intervenues dans les processus de décision en matière d'établissements nucléaires.

Les aspects financiers étaient délicats à négocier. Comment estimer des charges s'étendant sur plusieurs dizaines, voire en centaines d'années, ou dont les détails n'étaient pas entièrement connus, comme le coût du démantèlement ? Les parties s'entourèrent de conseils, SYNATOM puis Belgoprocess d'une part, le Comité technique d'autre part.

Cependant la négociation financière était en fait dès le départ enfermée dans des limites d'acceptabilité politique, qu'évoque rétrospectivement Marcel Frérotte dans son récit[41]. Il serait difficile d'obtenir des contributions à Eurochemic au-delà de 1990, et il fallait rester dans l'enveloppe des contributions annuelles habituelles, qui tournaient avant la liquidation aux alentours de 400 à 500 millions de FB/an.

L'existence de provisions progressivement constituées par l'entreprise[42] en vue de l'accord forfaitaire et qui se montaient alors à 1,3 milliards de FB, permit à Eurochemic de disposer d'une certaine marge de manœuvre et facilita grandement la conclusion de l'accord.

Le déroulement de la négociation

La proposition initiale de la Belgique portait sur 4,8 milliards de FB 1984, compte-tenu de la reprise du retraitement. Le chiffre était obtenu en prenant en compte la participation d'Eurochemic à la construction et à l'exploitation d'une installation industrielle de vitrification des effluents de haute activité issus du retraitement des combustibles à uranium naturel ou faiblement irradié[43], destinée ultérieurement à traiter les effluents de la future usine, dérivée de l'Atelier de Vitrification de Marcoule (AVM), d'où son nom d'Atelier de Vitrification belge (AVB), et dont la mise en chantier dépendait bien sûr de la décision de retraiter. Son coût total était de 5,2 milliards, dont 60% à la charge d'Eurochemic, soit 2,972 milliards. S'ajoutaient les dépenses d'exploitation nécessaires au conditionnement des 800 m$^3$ d'effluents de haute activité issus du retraitement des

[39] Traduction usuelle dans les documents de "Lump Sum Agreement".

[40] En 1983 fut distribué au Conseil des Liquidateurs lors d'une séance à Mol puis mis en circulation à l'AEN un compte rendu humoristique de la session de 2007 du Conseil d'administration d'Eurochemic, rédigé par Otto von Busekist, qui reflète bien par son ironie sarcastique la lassitude des partenaires. *Copy of the minutes of the 150th meeting of the Board of Directors held in Mol on 1st April 2007.*

[41] FREROTTE M. (1988), p. 24.

[42] Témoignage d'Oscar Martinelle.

[43] Participation prévue dans la Convention de 1978.

combustibles à l'uranium hautement enrichi qui devait se faire dans une installation-pilote allemande dénommée PAMELA[44], pour 1,3 milliard. Il fallait adjoindre enfin les coûts de stockage et ceux nécessités par le traitement des autres déchets restant sur le site.

Eurochemic proposait initialement 4,4 milliards dans l'hypothèse où l'activité de retraitement reprendrait.

Mais la Société exigea bientôt que fût prise en considération l'hypothèse de plus en plus vraisemblable de non reprise du retraitement. Elle permettait de faire l'économie de l'AVB en adaptant PAMELA. Le coût total était ramené dans cette hypothèse à 2,7 milliards.

L'évolution défavorable des perspectives de remise en route du retraitement rendit la position belge de moins en moins tenable dans les négociations[45]. Or l'argument de l'AVB dut être abandonné dès lors que la reprise du retraitement devenait une hypothèse hautement improbable. Les négociateurs belges se retrouvèrent alors dans une situation difficile pour éviter un effondrement de la somme qu'ils pouvaient envisager d'exiger. Celui-ci aurait été très délicat à faire passer politiquement.

La Belgique aurait pu, dans ces conditions, invoquer les coûts de démantèlement. Mais, d'après Emile Detilleux, cela était impossible car, si les électriciens belges avaient déjà renoncé au projet, le Gouvernement, notamment le Secrétaire d'État à l'Énergie Firmin Aerts, espérait toujours convaincre les Allemands de participer ultérieurement à une remise en route de l'usine. Dans ce contexte il n'était pas possible d'utiliser le coût du démantèlement pour accroître le montant de la somme exigible au Conseil des liquidateurs d'Eurochemic, donc de reconnaître d'une part que le retraitement était abandonné, tout en essayant d'un autre côté de persuader les Allemands de se joindre aux Belges (et aux Suisses) pour le reprendre. Les Allemands, eux, gardaient un silence prudent. Certes ils avaient fait part du choix de l'emplacement de leur usine de 350 t/an à Wackersdorf en février 1985, et l'autorisation partielle d'engager les travaux leur avait été accordée par le Ministère de l'Environnement de Bavière au début octobre. Mais l'opposition locale n'avait pas désarmé. 27 000 personnes protestaient à Munich contre l'implantation à Wackersdorf le 12 octobre, et le début des travaux, le 11 décembre, fut interrompu par une manifestation sur le site débouchant sur une occupation des lieux par des militants écologistes, qui furent délogés par la police le 7 janvier 1986 [46]. Parallèlement des démarches judiciaires étaient engagées pour empêcher les travaux. Bref, DWK n'avait à l'époque aucune assurance que son projet irait jusqu'au bout.

Les deux parties se retrouvaient donc poussées vers un montant plus élevé, d'autant qu'existaient dans les caisses d'Eurochemic des provisions permettant de l'honorer dans un avenir proche sans augmenter les versements annuels des pays membres.

Dans ces conditions, un compromis fut trouvé grâce à la révision à la hausse de l'estimation allemande du coût de l'adaptation de PAMELA à la vitrification des déchets prévus pour l'AVB. Eurochemic fit une offre à 3,4 milliards, avec une clause d'indexation.

Dans une phase ultime la somme forfaitaire fut augmentée à 3,690 milliards de FB indexés, le surplus provenant essentiellement de la renonciation par l'Allemagne à 220 M de royalties qu'elle aurait été en droit de réclamer à Eurochemic pour l'utilisation de PAMELA, l'économie ainsi réalisée étant transférée au bénéfice de la Belgique.

### L'Accord forfaitaire du 10 avril 1986 et la fin de la liquidation de la Société Eurochemic

Finalement, le 12 décembre 1985, le Conseil des liquidateurs adoptait le projet d'accord. Le 9 avril 1986, celui-ci était approuvé par le Groupe spécial. Il était signé le 10 avril 1986 à Bruxelles entre le Secrétaire d'État à l'Énergie, Firmin Aerts, et le président du Conseil des liquidateurs, Lars A. Nøjd.

L'«Accord forfaitaire» comprend 5 articles. Le premier fixe le montant, les échéances et précise la formule d'indexation (Tableau 101), une combinaison entre 40% de l'évolution de l'indice des prix et 60% de celle de l'indice des salaires. Le second article précise qu'Eurochemic est libéré par ce paiement de toutes les obligations résultant de la Convention et des Protocoles. L'article 3 maintient un droit d'information d'Eurochemic sur les activités exercées par Belgoprocess pour son compte[47], lui assure un droit d'accès aux Archives techniques et un droit d'usage de locaux pour lui permettre d'exécuter les tâches relatives à sa liquidation. Les autres articles portent sur le règlement des différends et l'entrée en vigueur de la Convention.

---

44 Sur l'AVB et PAMELA, cf. infra.

45 Les électriciens avaient déjà jeté l'éponge, mais l'État belge était toujours en négociation sur le co-traitement en Belgique des combustibles du surgénérateur de Kalkar.

46 Sources: RGN (1986) 1, pp. 67-69 et le dépouillement d'AtW

47 Cette disposition était déjà prévue par la Convention de 1978.

Tableau 101. L'échéancier de l'accord forfaitaire de 1986

| Date | Montant (M.FB) |
|---|---|
| 1985 | Avance de 220 |
| dans les trois mois de la signature | 1000 |
| au plus tard le 31 décembre 1986 | 470 |
| au plus tard le 31 décembre 1987 | 500 |
| au plus tard le 31 décembre 1988 | 500 |
| au plus tard le 31 décembre 1989 | 500 |
| au plus tard le 31 décembre 1990 | 500 |

Un échange de lettres portant essentiellement sur les garanties de paiement complétait l'accord, qui entra en vigueur le 1er octobre 1986. Le premier versement intervint en octobre 1986 et les autres suivirent comme prévu[48].

Le 28 novembre 1990 la coopération internationale dans la Société Eurochemic prenait fin à l'issue de la dernière séance du Conseil des liquidateurs.

A cette date l'idée de reprendre le retraitement en Belgique avait été officiellement et définitivement abandonnée depuis presque quatre ans.

*La renonciation définitive de la Belgique au retraitement – Belgoprocess, filiale de l'ONDRAF depuis 1986*

Les derniers espoirs de voir se concrétiser une coopération dans le retraitement à Mol s'étaient en fait amenuisés à partir de 1985.

Les électriciens de SYNATOM avaient cessé d'y croire dès le début de 1985 [49].

DWK faisait officiellement savoir, à l'issue de son Conseil d'administration du 5 novembre 1986, qu'elle renonçait à sa participation dans la remise en route du retraitement en Belgique «pour des raisons tenant à la situation en RFA»[50].

En conséquence, le 22 décembre 1986, le CMCES prenait la décision de ne pas reprendre l'activité de retraitement en Belgique[51]. Quatre jours plus tôt, en application de la Convention qui la liait à SYNATOM, le gouvernement avait chargé l'ONDRAF de la décontamination et du démantèlement de l'usine et avait signé une Convention avec elle pour la reprise de Belgoprocess.

Le 23 décembre 1986 était mis en place le nouveau Conseil d'administration de Belgoprocess, désormais filiale de l'organisme belge de gestion des déchets radioactifs, l'ONDRAF/NIRAS.

---

[48] L'histoire financière d'Eurochemic se prolongea cependant jusqu'au 30 septembre 1992 pour l'Espagne. Ce pays, qui, on l'a vu, avait été ulcéré par la manière dont la fin du retraitement avait été décidée, mit une mauvaise volonté certaine à acquitter les sommes dont elle était redevable. Il était cependant nécessaire, pour pouvoir clore la coopération, d'apurer les comptes. Des négociations furent donc menées entre le Président du Conseil des liquidateurs d' Eurochemic assisté du Secrétaire du Conseil et le Directeur des Affaires internationales du CIEMAT (Centro de Investigaciones energeticas medioambientales y tecnologicas), organisme qui avait succédé à la Junta de Energia Nuclear. L'accord conclu à Madrid le 20 janvier 1988 prévoyait le paiement des 83, 7 M FB d'arriérés accumulés de 1974 à 1986 et des 46,3 M FB représentant la part de l'Espagne dans l'accord forfaitaire en cinq versements annuels, dont le dernier devait intervenir au plus tard le 30 septembre 1992. Pour permettre la clôture de la liquidation, la dette correspondant aux deux dernières annuités fut cédée en 1990 à la banque gestionnaire des comptes de la Société. CL/M(90)1. p.3.

[49] Les administrateurs de BELGOPROCESS envoient leur démission pour le 28 mai 1985 au Président, afin que le gouvernement puisse faire procéder à la reprise rapidement.

[50] Il est impossible de savoir faute de sources s'il y eut une raison précise permettant d'expliquer le moment choisi par DWK pour prendre sa décision. Il est probable que l'avancement des travaux à Wackerdorf avait amené les administrateurs de DWK à considérer que la réalisation de l'usine était irréversible. En fait une procédure juridictionnelle complexe était engagée, qui devait retarder le projet, et surtout en rendre l'aboutissement hypothétique, AtW(1988) 2, p. 75 et AtW (1988) 8-9, p. 410. En définitive c'est la signature le 6 juin 1989 d'un contrat de retraitement entre la Cogéma et VEBA, avec derrière elle 11 compagnies d'électricité sur les 12 exploitants de centrales en Allemagne, prévoyant le retraitement de combustibles allemands jusqu'en 2008 dans UP3, qui porta le coup de grâce au projet d'usine nationale de retraitement, RGN (1990)1, p. 56.

[51] L'abandon du retraitement eut des conséquences sur la numérotation des bâtiments du site. Celle-ci présente aujourd'hui encore des «trous» entre 28 et 35 correspondant aux bâtiments prévus pour Sybelpro mais qui ne furent jamais contruits.

Belgoprocess allait poursuivre les travaux sur le site, rebaptisé BP1 en 1990, pour le compte de l'État belge[52].

L'installation de Mol-Dessel s'était en effet transformée en centre de conditionnement et de stockage temporaire des déchets radioactifs en provenance de tout le pays, en attendant qu'une décision puisse être prise sur les modalités de l'évacuation définitive. (Dès 1980 l'image d'Eurochemic était celle d'un installation chargée des déchets nucléaires. Voir les Figures 123a et 123b [53].)

Les déchets qui avaient été produits durant la période d'activité de l'usine ont fait l'objet d'un traitement spécifique entre 1978, date de mise en service de l'installation de bitumage, et septembre 1991, date d'achèvement de la vitrification des produits de fission.

Dans certains cas les techniques employées étaient éprouvées, dans d'autres elles étaient pionnières. Certaines furent réalisées en interne par Eurochemic, d'autres furent l'occasion de relancer sur le site la coopération internationale, sous des formes toutefois très différentes de celles qui avaient existé au sein de la Société internationale.

## La gestion des déchets d'EUROCHEMIC [54]

### *Les conditions générales de la gestion des déchets sur le site d'Eurochemic – Généralités et bilan radiologique des années de gestion des déchets*

*La multiplicité des acteurs et le rôle limité dans le temps de la Société Eurochemic nécessitent une approche à partir des produits*

Les déchets d'Eurochemic furent conditionnés d'une façon permettant leur évacuation hors du site ou leur stockage intermédiaire suivant un programme dont les principes avaient été jetés au début des années soixante-dix. Ce programme fut achevé quelques mois après la disparition de l'entreprise, très exactement le 5 septembre 1991, alors qu'Eurochemic n'avait plus de personnel opérationnel depuis la fin du mois de décembre 1984.

La mise en œuvre de ce programme mobilisa des acteurs divers, Eurochemic et Belgoprocess bien sûr, mais aussi des entreprises des deux principaux membres de l'entreprise, la France, et, plus encore, l'Allemagne.

En ce qui concerne Eurochemic, les structures qui avaient été établies en juillet 1974 demeurèrent sans grand changement, sauf l'absorption du département des services généraux par celui de l'exploitation réalisée en 1982.

---

52 L'affaire Transnuklear dans laquelle furent impliqués des dirigeants de la Division de la gestion des déchets du CEN accéléra la restructuration du secteur des déchets en cours depuis la création en 1981 de l'ONDRAF. Les conclusions de l'enquête parlementaire menée sur cette affaire, qui se déroula du 17 mars au 14 juillet 1988, mirent fin aux discussions qui avaient lieu entre l'ONDRAF et le CEN/SCK en vue d'établir une gestion commune des activités de la Division Déchets du Centre de Mol. La Division du CEN/SCK et le site qu'elle gérait furent transférés à l'ONDRAF à partir du 1er mars 1990 sans contrepartie pour le Centre. Le site d'Eurochemic fut à cette occasion rebaptisé BELGOPROCESS 1 (BP1), celui des déchets du CEN BP2.

Les effectifs de Belgoprocess s'accrurent du fait de ses nouvelles attributions et de l'intégration du département déchets du CEN. Ils passèrent de 182 à la fin 1988, à 274 à la fin de 1989, et à 297 à la fin de 1990.

53 Si la Belgique ne dispose pas encore d'un lieu de stockage des déchets de faible activité comparable au Centre de l'Aube situé à Soulaines en France, elle a mené de façon pionnière, depuis 1974, des études en laboratoire souterrain sur l'enfouissement en profondeur dans l'argile de Boom située à 200 m sous le CEN/SCK. Aucune décision définitive n'a cependant été encore prise à ce jour.

54 Les sources de cette partie et de la suivante sont particulières.

A partir de janvier 1985 et pendant une partie de l'année 1986, les dossiers du Conseil des liquidateurs comportent un rapport en anglais établi par Belgoprocess sur les travaux exécutés pour le compte d'Eurochemic pendant la période séparant deux réunions du Conseil des liquidateurs, *Progress Report on the work carried out by Belgoprocess on the account of Eurochemic.* Ils comprennent également des rapports d'avancement rédigés en français par DWK sur la vitrification des déchets LEWC d'Eurochemic.

Mais pour la période ultérieure il faut avoir recours à des sources externes à Eurochemic: les rapports de l'ONDRAF et de Belgoprocess, les rapports annuels de Pamela et divers documents internes en langue allemande, et les sources secondaires indiquées en bibliographie.

L'étude de Belgoprocess,qui a aujourd'hui pour charge la centralisation et le stockage temporaire de l'ensemble des déchets radioactifs belges, s'appuie seulement sur les parties des rapports annuels de l'ONDRAF et de Belgoprocess consacrées à ce qu'ils appellent le «passif nucléaire d'Eurochemic». Les autres activités ne sont évoquées que dans la mesure où elles concernent le site d'Eurochemic.




**Figure 123a.** Eurochemic vue par les opposants à l'énergie nucléaire. Dessin extrait d'un tract distribué à l'occasion de la manifestation internationale anti-atomique (Internationale antiatoom-manifestatie) qui eut lieu à Mol le 25 octobre 1980. Mol signifie en néerlandais la taupe. (Source : Archives Eurochemic.)

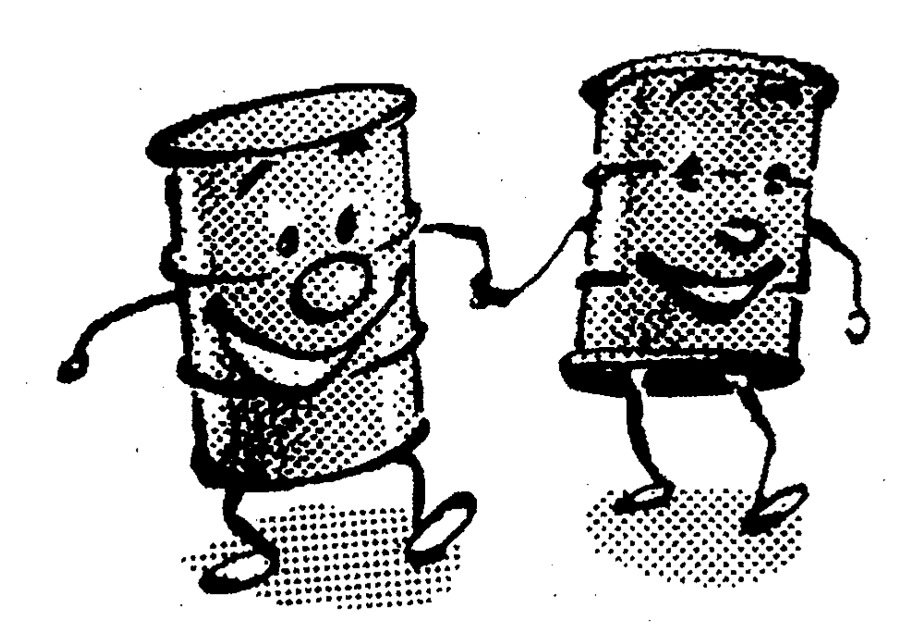


**Figure 123b.** «Les activités de l'ONDRAF et de sa filiale Belgoprocess sont étroitement imbriquées. Ensemble nous nous activons pour gérer les déchets radioactifs et assainir le passif nucléaire de Mol-Dessel». Première phrase du premier rapport annuel commun ONDRAF-Belgoprocess, accompagnée du dessin reproduit ici. (Source : Rapport annuel ONDRAF-Belgoprocess 1990, p. 1.)

Tableau 102. **L'évolution des effectifs d'Eurochemic de 1980 à 1984**

| Année | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 |
|---|---|---|---|---|---|
| Effectifs | 205 | 200 | 226 | 226 | 159 |
| Variation | -3 | -5 | 26 | 0 | -67 |
| Pourcentage de variation par rapport à l'année précédente | -1,4% | -2,4% | +13% | 0% | -29,6% |

L'augmentation de 1982 était liée à l'évolution des projets de nouvelles installations de traitement et de stockage, qui se traduisit la même année par la création d'un bureau de dessins employant cinq personnes. Près de 30% de l'effectif quitta la Société en décembre 1984, à l'issue des négociations sur la reprise du personnel par Belgoprocess.

La répartition par fonction resta assez stable jusqu'aux derniers jours de 1984, si l'on excepte le bureau de dessins et la réforme de structure de 1982 qui réunissait deux départements qui travaillaient de toute façon déjà ensemble (Tableaux 103 et 104)[55].

Tableau 103. **Structure fonctionnelle d'Eurochemic de 1980 à 1983 (données bruts)**

| | 1980 et 1981 | 1982 et 1983 |
|---|---|---|
| Exploitation | 83 | 127 |
| Services généraux | 56 | 0 |
| Développement industriel | 28 | 31 |
| Santé-Sécurité | 31,5 | 31,5 |
| Administration | 18 | 21,5 |
| Autres | 9,5 | 15 |
| Total[56] | 226 | 226 |

Tableau 104. **Structure fonctionnelle d'Eurochemic de 1980 à 1983 (pourcentages)**

| | 1980 et 1981 | 1982 et 1983 |
|---|---|---|
| Exploitation | 36,7 | 56,2 |
| Services généraux | 24,8 | 0,0 |
| Développement industriel | 12,4 | 13,7 |
| Santé-Sécurité | 13,9 | 13,9 |
| Administration | 8,0 | 9,5 |
| Autres[57] | 4,2 | 6,6 |

Les problèmes à résoudre étaient assez variés, chaque type de déchets nécessitant un traitement particulier, donc des installations spéciales. Les faibles quantités de certains déchets n'appelaient qu'un traitement à l'échelle du laboratoire ; d'autres supposaient la construction d'installations semi-industrielles ou industrielles.

Depuis la décision de fermeture, la R&D s'était en effet concentrée sur les problèmes liés au conditionnement des déchets radioactifs[58]. Les travaux de R&D furent menés à la fois en interne et par des contrats extérieurs exécutés pour la petite équipe de R&D d'Eurochemic, qui comptait une trentaine de personnes. Ainsi le traitement des solvants contaminés[59] fit l'objet de recherches et fut réalisé en interne par l'installation EUROWATT. La coopération fut particulièrement poussée avec l'Allemagne, dans le cadre du développement du projet ALONA de traitement des déchets au plutonium, et surtout dans celui du projet PAMELA de vitrification des effluents de haute activité provenant du retraitement des combustibles à l'uranium naturel ou légèrement enrichi.

---

55 La structure de 1984 n'est pas indiquée dans RAE 1984, mais elle demeura identique à celle de 1983.

56 Dont Bureau de dessin à partir de 1982.

57 Idem.

58 Une synthèse est présentée dans ETR 318 par J. van Geel, *Development work on waste conditioning*, pp. 121-128.

59 Il y a souvent ambiguïté dans la littérature sur le sens donné à solvant. Le terme peut désigner le mélange TBP-kérosène, le kérosène lui-même (on l'oppose alors au TBP qui est l'agent complexant), ou le TBP (on l'oppose alors kérosène qui est un diluant).

Le projet de l'Atelier de vitrification belge (AVB), qui consistait quant à lui en un transfert de technologie française, nécessitait toutefois quelques adaptations pour pouvoir traiter les effluents de haute activité provenant du retraitement des combustibles à l'uranium très enrichi, comme, par exemple, l'élimination préalable du mercure suivant un procédé développé lui aussi par Eurochemic.

L'histoire de ces traitements est faite ici en suivant chaque type de déchets, en allant des déchets de faible activité, pour lesquels les traitements ne différèrent pas fondamentalement de ceux qui avaient été appliqués pendant la période de retraitement, à celui des effluents de haute activité, pour lesquels des solutions novatrices furent mises en œuvre. L'importance du programme de gestion des effluents de haute activité ainsi que la complexité de l'organisation qui présida à sa réalisation justifie qu'une partie spécifique lui soit consacrée.

L'éclatement institutionnel qui caractérise ces traitements rend difficiles les synthèses, notamment en ce qui concerne le domaine financier et celui des doses délivrées à partir de 1984. Une estimation du coût financier est donnée en conclusion générale. Les statistiques des doses pour la période 1980-1984 sont données ci-après. Elles permettent surtout d'apprécier l'évolution liée au changement des activités dominantes sur le site.

*La gestion des déchets sur le site d'Eurochemic se traduisit par une réduction des doses radiologiques reçues*

Le mouvement d'ensemble sur toute la période où furent mesurées les doses à Eurochemic, soit de 1969 à 1984, montre la tendance à la décroissance des doses collectives comme des doses moyennes (Tableaux 105 et 106).

Tableau 105. **Evolution d'ensemble des doses reçues par le personnel de 1969 à 1984**

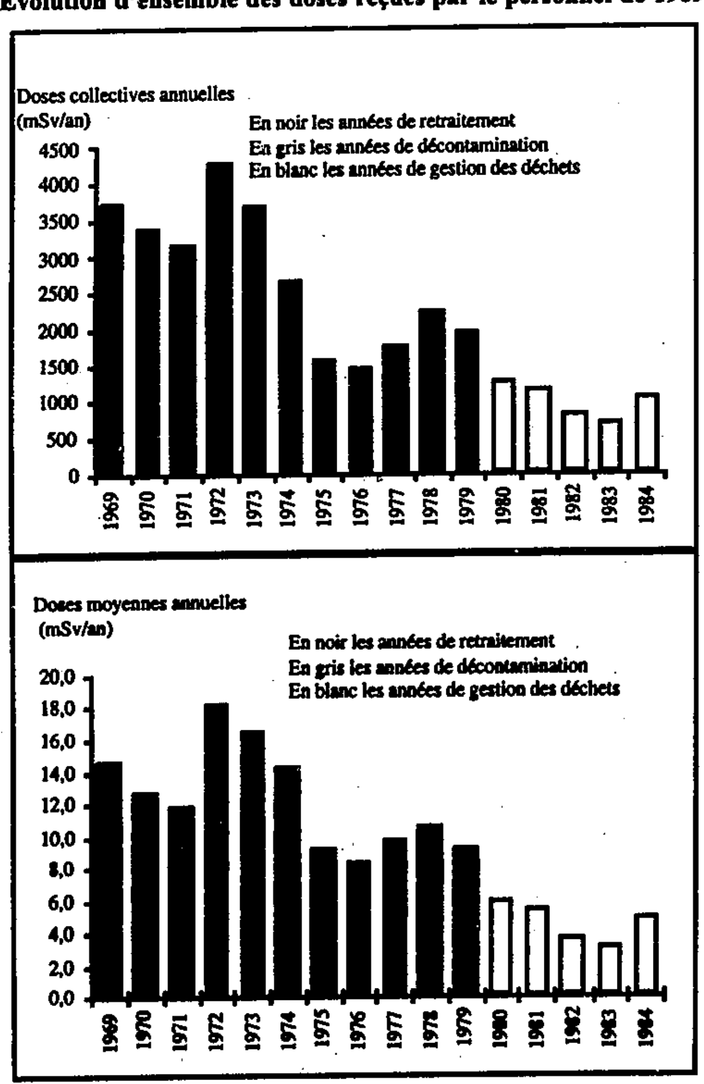


Tableau 106. **Bilan en termes de doses de la période de gestion des déchets de 1980 à 1984**

| | Dose collective annuelle (mSv) | Dose moyenne annuelle (mSv) |
|---|---|---|
| 1980 | 1264,0 | 6,0 |
| 1981 | 1141,1 | 5,4 |
| 1982 | 798,0 | 3,7 |
| 1983 | 677,0 | 3,2 |
| 1984 | 1005,3 | 5,0 |

Le calcul des moyennes des doses par période permet de synthétiser ce mouvement.

Tableau 107. **Moyennes des doses par grandes périodes d'activité**

| | Doses collectives annuelles moyennes | Moyenne des doses moyennes annuelles |
|---|---|---|
| 1969-1974 | 3495,00 | 14,7 |
| 1975-1979 | 1797,40 | 9,4 |
| 1980-1984 | 977,08 | 4,6 |

Il est très probable que le mouvement de réduction des doses collectives et individuelles s'est poursuivi sur le site après la fin de l'exploitation du site par Eurochemic, mais seules des indications fragmentaires ont pu être réunies à ce sujet, certaines opérations relatives à des déchets Eurochemic s'étant effectuées dans le cadre plus large de la gestion de l'ensemble des déchets belges[60]. Pour l'installation PAMELA, où fut traitée la plus grande part de la radioactivité présente sur le site, la dose collective reçue, pendant les six mois de traitement des LEWC, fut de 40 mSv, et du 1er octobre 1986 au 15 février 1991 de 300 mSv. La dose cumulée individuelle maximale pendant la période allant du 1er octobre 1985 au 15 février 1991 fut de 20 mSv [61]. soit une moyenne annuelle maximale de 3,8 mSv, la dose moyenne de l'ensemble du personnel étant nécessairement plus basse. Les causes générales de la diminution des doses sont certainement l'expérience acquise et l'amélioration des techniques, notamment en ce qui concerne les manipulations, l'entretien à distance, ainsi que celles concernant l'organisation[62].

***Les déchets solides de faible activité – La fin de l'immersion et le stockage sur le site***

*La poursuite de l'évacuation dans l'océan*

L'immersion des déchets solides de faible activité se poursuivit jusqu'en 1982 sous l'égide de l'OCDE (Tableau 108).

Cependant à la fin des années soixante-dix, le mouvement de contestation[63] des rejets en mer se fit plus virulent. La campagne de 1982 fut donc la dernière organisée sous l'égide de l'OCDE[64].

Entre 1967 et 1982 avaient été au total évacués en mer un million de curies dans 95 000 tonnes de déchets. Parmi eux, les déchets solides de faible et moyenne activité évacuables d'Eurochemic.

*Le stockage sur place depuis 1982*

L'abandon de fait de l'évacuation en mer à partir de 1982 entraîna l'accumulation des stocks de fûts sur le site du CEN/SCK où ils avaient été transférés en attente.

60 Le premier rapport annuel conjoint de l'ONDRAF et de Belgoprocess (1991), fait état pour 1990 d'une dose maximale de 14,7 mSv, et d'une dose moyenne de 1,5 mSv. Source: *Rapport annuel 1990 ONDRAF/Belgoprocess.*

61 KUHN, WIESE in RECOD 91, p. 274 et 275.

62 La baisse des doses dans les usines de retraitement les plus modernes est présentée et ses causes sont analysées dans la 5e Partie, chap. premier.

63 Les principaux opposants furent l'Association Greenpeace, les pêcheurs espagnols ainsi que le gouvernement irlandais.

64 En 1984, un vote consultatif décida un moratoire volontaire sur l'immersion des déchets radioactifs en mer. La Belgique s'y rallia la dernière dans la mesure où, en l'absence de toute mesure en matière de stockage définitif en surface pour les déchets jusque là concernés par le rejet en mer, il fallait laisser ouverte «une porte de sortie». L'acceptation belge s'accompagna donc du lancement des études relatives au stockage terrestre de cette catégorie de déchets. La Convention de Londres du 12 novembre 1993 devait décider l'interdiction de la pratique de l'immersion pour 25 ans.

Tableau 108. **Les opérations effectuées depuis la fin du retraitement**

| Année (nombre de voyages) | Pays participants | Tonnage des déchets (nombre de fûts) | Activité alpha en Ci | Activité bêta gamma en Ci (déchets tritiés non compris à partir de 1972) | Activité bêta des déchets tritiés (en Ci) | Données belges ou remarques |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1975 | B,ND,RU,CH | 4500 | 770 | 28 000 | 30 000 | |
| 1976 | B,ND,RU,CH | 6700 | 880 | 33 000 | 20 000 | |
| 1977 (2) | ND,CH,RU | 5600 [65] | 958 | 44 565 | 31 885 | |
| 1978 (3) | B,ND,RU,CH | 8040 | 1101 | 43 015 | 35 614 | La Belgique participe à la première et est seule pour la seconde. |
| 1979 (2)[66] | B,ND,CH,RU | 5415 | 1414 [67] | 40 926 | 42 240 | Déchets B, ND et CH lors de la première |
| 1980 (2)[68] | B,ND,CH,RU | 8391 | 1853 | 83 092 | 98 135 | |
| 1981 (2)[69] | (B,ND,CH)RU | 9434 (12 407) | 2117 (0,22 Ci/t) [70] | 79 195 (8 Ci/t) | 74 371 (8 Ci/t) | |
| 1982 (2)[71] | (B,ND,CH)RU | 11 693 | 1364 [72] | 49 539 | 77 449 | |

B : Belgique ; ND : Pays-Bas ; CH : Suisse ; RU : Royaume-Uni.

Il fallut bientôt envisager de construire une installation de stockage intermédiaire en surface pour les déchets de faible activité non contaminés alpha et d'en réduire au maximum le volume, en attendant le choix d'un lieu de stockage définitif. L'ONDRAF lança en 1984 un programme d'études à ce sujet.

En attendant les résultats, furent érigés deux entrepôts au Nord-Est du site (bâtiments 50 et 51). Le premier entra en service en 1988. Les équipements de traitement et de conditionnement du CEN qu'hérita l'ONDRAF en mars 1989 s'avérant obsolètes, il fut décidé en 1988 de construire une Installation centrale pour les déchets de faible activité, CILVA (Centrale Infrastruktuur voor Laagaktief Vast Afval).

L'ensemble, qui a coûté près de 4,5 milliards de FB, comporte des installations de supercompaction, d'incinération à basse température, de traitement des cendres et de bétonnage. CILVA, édifié au Nord-Est de l'usine, a été officiellement inaugurée le 6 mai 1994 et le début de son entrée en exploitation active était alors prévu pour l'automne 1994 (Figure 124 [73]).

***Le traitement par digestion acide des déchets solides contaminés alpha – EUROWETCOMB, ALONA ; la première coopération Eurochemic-Allemagne***[74]

Les déchets solides contaminés au plutonium firent l'objet d'un intense effort de R&D, qui aboutit à la mise au point d'une méthode de traitement sélectif unique en Europe.

---

65 Source pour les données de la colonne de 1977 à 1980 : Statistiques rétrospectives RAEN 1982 p. 36.

66 Lors de cette opération, la seconde soumise au MMCS, les représentants de l'AEN étaient de nationalités allemande et néerlandaise. Elle fut troublée par «des groupes de manifestants». RAEN 1979 p. 41.

67 Dont 0,3 Ci pour le Ra-226.

68 Les représentants de l'AEN étaient de nationalité italienne et turque.

69 Le RAEN choisit de donner des informations détaillées sur cette opération. Les représentants de l'AEN étaient de nationalité américaine, française et suédoise.

70 Dont 60 Ci de Ra-226 (0,006 Ci/t), RAEN 1981. Le tableau de RAEN 1982 p.36 le contradict «Plus 60 Ci».

71 Il s'agissait de la dernière campagne. Le rapport comporte un tableau rétrospectif des immersions, qui a été utilisé le cas échéant pour compléter les données manquantes de 1977 à 1980 pour les tonnages. Le rapport note l'opposition croissante. Les opérations d'immersion ont donné lieu «à des manifestations et des ingérences de la part de groupes d'opposants, suscitant ainsi des risques susceptibles d'[en] affecter le bon déroulement». RAEN 1982 p.37.

72 Plus 64 Ci de Ra-226.

73 En ce qui concerne les déchets solides de moyenne activité une installation spéciale de conditionnement fut mise en service vers 1980.

74 Sources : RAE, SWENNEN R., CUYVERS H., VAN GEEL J., WIECZOREK H. (1984), WIECZOREK H., OSER B. (1986).



**Figure 124.** Opérateurs au travail sur des télémanipulateurs dans l'installation de conditionnement des déchets solides de moyenne activité du bâtiment 23. (Source : Diapositive Eurochemic, sans date.)

*Le problème du traitement des déchets solides contaminés au plutonium*

Il apparut, dès l'arrêt du retraitement, que les déchets contaminés au plutonium devaient être traités rapidement. 6000 boîtes de 28 litres avaient été produites jusqu'en 1980. La grande majorité contenait moins de 10 g de plutonium. Celles qui renfermaient moins de 2 g avaient été immergées[75], 300, qui en comportaient entre 2 et 10 g, furent compactées et bitumées. Restaient 300 boîtes provisoirement stockées dans les bâtiments 25 et 5/22

Il fut d'abord décidé de séparer les déchets combustibles, majoritaires, des incombustibles ou mêlés. Il y avait 164 boîtes de 28 l retraitables.[76] L'incinération des déchets combustibles sur le site fut écartée en raison des problèmes de filtration des gaz, de formation de goudrons et des difficultés qu'on prévoyait pour la récupération du plutonium contenu. On envisagea un procédé chimique développé aux Etats-Unis par le Hanford Engineering Development Laboratory (HEDL) à l'échelle d'une installation pilote inactive d'une capacité de 5 kg/j. Il s'agissait de décomposer les matières organiques contenues par un mélange chaud d'acide sulfurique et nitrique, d'où son nom de procédé de digestion acide ou de combustion humide (Wet Combustion)[77]. Il était prévu, après lavage du résidu par de l'acide nitrique, de procéder à la purification de la solution par le recours à un procédé chromatographique. Les essais sur ce procédé entrepris à Mol en 1974 conduisirent en 1975 au lancement d'un projet d'installation appelée EUROWETCOMB, capable de traiter de 15 à 20 kg de déchets par jour.

Dans le même temps se déroulèrent, en coopération entre le CEA, l'AIEA – qui passait le contrat, et Euratom – qui effectuait les mesures non destructives, des travaux portant sur la comparaison des méthodes de mesure du plutonium contenu dans les déchets. L'AIEA voulait s'assurer de la fiabilité des méthodes non destructives employées dans les contrôles liés à l'application du système des garanties. Pour cela il fallait les confronter avec les analyses chimiques réalisées après incinération. Le CEA réalisa cette dernière opération à

---

[75] RAE 70-74, p. 199.

[76] Les boîtes contenant des déchets incombustibles sont stockées en 5/22 en attente de traitement ultérieur.

[77] RAE 1975, p. 56.

Marcoule sur 28 fûts témoins[78]. On en déduisit que les déchets au plutonium contenaient environ 8 kg de l'élément 94 [79].

*Une coopération internationale ponctuelle*

En 1976 furent fixées les caractéristiques d'une installation pilote dont la construction serait le résultat de la coopération entre Nukem, ingénieur-architecte, l'INE (Institut für nukleare Entsorgungstechnik) du Centre nucléaire de Karlsruhe pour la R&D sur la digestion acide et la récupération de l'acide, et Eurochemic, chargée du prétraitement, de la récupération du plutonium et de la gestion de l'installation. La Communauté européenne soutenait le projet dans le cadre de son programme de recherches.

Les premiers devis dépassaient largement ce qui avait été prévu et des problèmes techniques inattendus surgirent. Il fut décidé d'envoyer une mission conjointe aux Etats-Unis pour collecter plus d'information auprès du Hanford Engineering Development Laboratory (HEDL) et examiner d'autres méthodes développées en laboratoire aux Etats-Unis. Cette mission eut lieu au début de 1977 et confirma que la digestion acide était le meilleur moyen pour régler le problème.

L'installation comportait trois ensembles : l'ensemble de prétraitement, le digesteur ALONA et l'unité de récupération de plutonium.

L'installation de prétraitement

La construction de l'installation de prétraitement commença en 1978 dans le laboratoire de recherches. Elle comportait une chaîne de 4 boîtes étanches alpha destinées au triage et au broyage des déchets bruts en vue de leur chargement dans le digesteur. L'installation fut achevée à la fin mai 1980 et entra en service actif en juin. Les débuts de l'exploitation mirent en évidence une série d'imperfections et l'installation dut être arrêtée en novembre car les deux opérateurs avaient alors reçu la dose maximale autorisée sur une période de 13 semaines. Des travaux d'installations de protection supplémentaires furent donc entrepris[80]. L'exploitation reprit au début de 1981 et s'acheva dans l'année. 803 kg de déchets combustibles avaient été séparés de 167 kg de déchets non combustibles. Le projet passa alors à la phase suivante, la construction de l'unité de digestion acide ALONA.

ALONA (Figure 125 [81]) et l'unité de récupération du plutonium

En mai 1981 avait débuté la construction de l'unité de digestion acide ALONA pour le compte de l'Institut de gestion des déchets de Karlsruhe. Elle comportait sept boîtes à gants. Les essais à froid commencèrent en novembre. En septembre l'équipe d'Eurochemic commençait l'installation de l'unité de récupération du plutonium, qui comportait aussi sept boîtes à gants, dans le laboratoire 105 situé dans l'aile chaude du laboratoire de recherches. Les travaux furent retardés en 1981 et 1982 par les conséquences des essais, le renforcement des protections contre les radiations et par les priorités accordées à d'autres tâches, notamment les conséquences de l'incendie d'Eurobitum (cf. infra). Les tests à froid commencèrent cependant en 1982.

La mise en actif d'ALONA eut lieu le 28 février 1983. L'exploitation montra un certain nombre de problèmes, alors que l'unité de récupération fonctionna bien. Des modifications furent entreprises à la fin de l'année et ALONA recommença à fonctionner à 60% de sa capacité en 1984. A la fin de l'année, lorsque l'installation passa de la gestion par Eurochemic à celle de Belgoprocess, 63% des déchets avaient été traités, contenant 74% du plutonium, qui avait été récupéré à 93% (Tableau 109).

L'expérience d'ALONA confirme les difficultés d'établissement d'une comptabilité absolument fiable des matières fissiles en raison du caractère cumulatif des incertitudes, et ne peut que renforcer l'exigence des inspections locales pour limiter les risques de prolifération.

Les opérations se poursuivirent jusqu'en juillet 1985. En tout 6,3 kg de plutonium furent extraits de 800 kg de déchets. Le rythme d'exploitation présenté en Figure 126 montre que les problème de démarrage furent résolus en une année et demi et que l'accélération de la production à partir de l'automne 1984 permit de traiter les déchets avec un meilleur rendement dans la dernière année d'exploitation.

L'installation est actuellement déclassée.

---

78 RAE 1975, p. 67-68.

79 L'incertitude était assez forte au départ, 2 kg en plus ou en moins. Les analyses chimiques ultérieures permirent de réduire l'incertitude.

80 RAE 1980, 37.

81 Aktive Labor-Anlage für die Optimierung der Naßverbrennung. Installation active de laboratoire pour l'optimisation de la combustion humide. Cf. hors-texte 121.

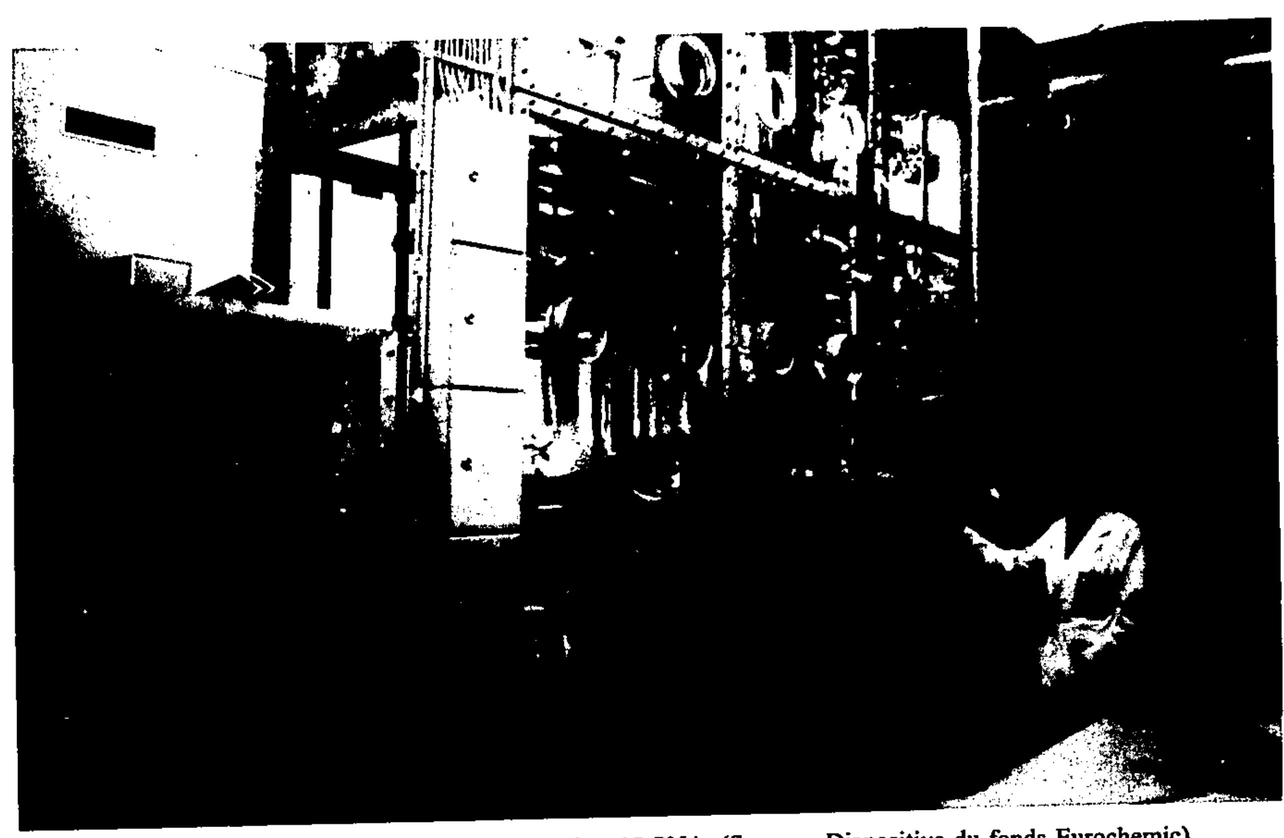


**Figure 125.** Vue générale de l'installation ALONA. (Source : Diapositive du fonds Eurochemic)

Tableau 109. **Bilan matière des opérations de récupération du plutonium par ALONA jusqu'à la fin de 1984** [82]

| | Mesure en kg | incertitude en kg | % incertitude /mesure |
|---|---|---|---|
| Bilan des entrées | 4,78 | + ou - 0,72 | 15,1 |
| Matières restées dans l'installation de procédé (process inventory) | 0,36 | + ou - 0,04 | 11,1 |
| Pertes dans les effluents et déchets | 0,22 | + ou - 0,04 | 18,2 |
| Bilan sortie | 3,5 | + ou - 0,07 | 2,3 |
| MUF | 0,7 | + ou - 0,35 | 50,0 |
| Rapport MUF/bilan des entrées | 14,6 % | | |

*Bilan technique de la digestion acide des déchets solides contaminés au plutonium*

L'expérience de digestion acide conduite à Eurochemic[83] fut la plus poussée des deux expériences menées mondialement. Elle montra la faisabilité technologique du procédé mais mit l'accent sur les difficultés techniques que rencontrerait une unité destinée à fonctionner pendant de longues périodes. Les principaux problèmes rencontrés furent le bouchage de l'alimentation par des particules de plutonium, des problèmes de corrosion et de tenue des matériaux employés, verre et aciers spéciaux[84].

---

82 RAE 1984, 9. Données en kg, calculs effectués à partir des données brutes de la source.

83 AEN/OCDE(1993), p. 165. WIECZOREK H., OSER B. (1986), p. 82.

84 WIECZOREK H., OSER B. (1986) préconisent l'emploi de tantale et de téflon à l'avenir.

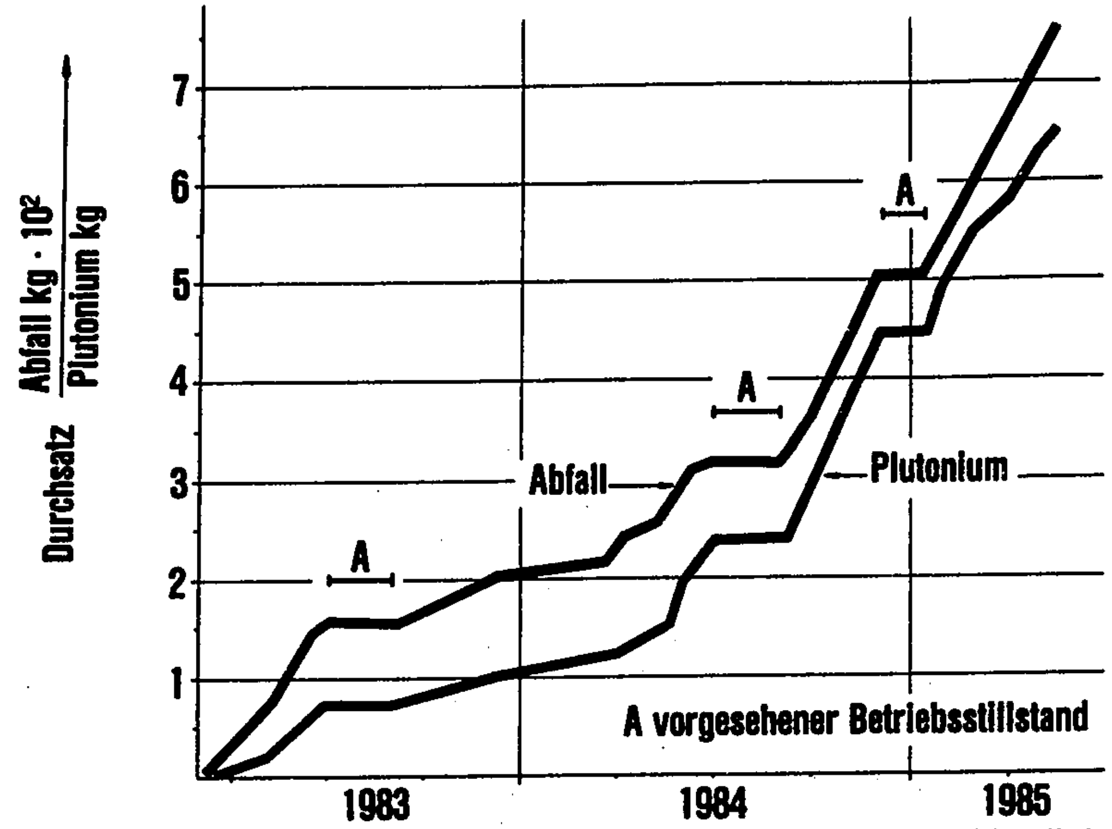



**Figure 126.** Rythme de traitement des déchets et de production de plutonium dans l'installation ALONA de 1983 à 1985. En ordonnée, quintaux de déchets ("Abfall") et kilogrammes de plutonium. La lettre A désigne les arrêts programmés. (Source : WIECZOREK H., OSER B. (1986), p. 82.)

Le bilan fait apparaître l'importance des déchets de procédé, de faible activité et non alpha. 2,3 kg de déchets de procédé avaient été produits en moyenne pour 1 kg de déchets traités par digestion acide. Les responsables de l'expérimentation estimaient cependant qu'une modification du procédé expérimenté en laboratoire pourrait faire descendre ce chiffre à 1,3 kg/kg.

Le problème de la récupération du plutonium contenu dans les déchets solides de retraitement fait toujours à l'heure actuelle l'objet de recherches en laboratoire.

Avec EUROWATT Eurochemic fit également œuvre de pionnier dans le domaine du traitement d'une catégorie bien particulière de déchets issus du retraitement, le solvant contaminé, dont environ 21 m$^3$ étaient stockés depuis la fin du retraitement.

### *EUROWATT, le traitement du solvant contaminé et la coopération entre Eurochemic et la France* [85]

Le traitement des solvants contaminés faisait partie des tâches de la R&D durant la période de retraitement, avec notamment des essais portant sur les techniques de séparation par chromatographie et de séparation de phases[86]. Pour la méthode chromatographique par exemple avaient été essayées des colonnes d'alumine, de dioxyde de manganèse, la poudre de cellulose, du charbon, le silicagel, le kieselguhr[87], l'amiante et des résines échangeuses d'ions. L'acide phosphorique fut retenu pour les séparations de la phase organique. Des expériences pilotes se déroulèrent pendant la première moitié des années soixante-dix[88], conduisant en 1974 à la prise d'un brevet belge portant sur un procédé de traitement des déchets organiques d'Eurochemic, EUROWATT [89]. Des brevets furent également pris en Grande Bretagne en 1974 et aux Etats-Unis en 1978.

---

[85] Cf. ETR 287 sur le travail de développement d'Eurowatt, et ETR 312 pour l'installation pilote.

[86] Elles sont attestées en 1969 dans les RAE 70-74.

[87] Une sorte de pierre ponce à base de silice.

[88] Détails techniques dans RAE 70-74, pp. 185-187.

[89] Eurochemic Organic Waste Treatment.

Le procédé visait à éviter l'incinération du mélange solvant-diluant TBP-kérosène, en raison des risques de corrosion, et à permettre de récupérer le diluant en le purifiant pour le recycler dans les usines de retraitement. Il fut démontré en laboratoire par des tests menés jusqu'en 1978. Il comportait une phase de séparation, en mélangeurs-décanteurs, du TBP et des produits de fission d'une part, du kérosène d'autre part, suivie d'une décomposition thermique du TBP en présence d'acide phosphorique, les produits de fission passant dans la phase acide avant d'être conditionnés comme déchets de haute activité.

La construction du pyrolyseur destiné à la décomposition thermique – à 200°C – du mélange posa des problèmes de matériaux. L'appareil devait en effet résister à l'acide phosphorique utilisé comme catalyseur. Un alliage spécial, l'Hastelloy B, fut en définitive choisi pour l'installation pilote dont la réalisation fut décidée en 1976 pour traiter 20,8 $m^3$ de solvant usé stockés.

En 1977 un accord fut signé avec SGN pour la construction d'une unité de démonstration dans la pièce 103 du bâtiment du Laboratoire de recherches. A la fin de 1978 la construction en démarra, des tests à froid débutèrent en 1979. Le traitement commença le 3 novembre 1980 pour s'achever le 13 mars 1981.

Les 20,8 $m^3$ de solvants usés produisirent moins de 1 $m^3$ d'acide phosphorique concentré et 3,5 $m^3$ de solutions carbonées qui furent conditionnées par incorporation dans le bitume; le kérosène séparé put être considéré comme effluent froid et transféré au CEN pour incinération.

L'expérience acquise montra les difficultés liées au contrôle des mélangeurs-décanteurs et des pompes de l'installation, mais permit d'envisager des installations de taille plus grande.

A cet effet la Cogéma contacta Eurochemic en 1982 pour appliquer le procédé aux déchets organiques d'UP2-La Hague. Des tests de laboratoire réalisés sur 2 litres de solvant français montrèrent que si l'installation pouvait traiter ces solvants, il y faudrait des adaptations, notamment en ce qui concernait la protection contre les radiations en raison des taux élevés de combustion des matières traitées à La Hague[90].

En 1983 ces adaptations furent réalisées et 4 $m^3$ de solvant en provenance de La Hague furent traités[91]. La qualité du diluant obtenu ne permettait toutefois pas son réemploi dans UP2, ce qui amena à prévoir de nouvelles améliorations de procédé.

Des discussions s'engagèrent alors sur l'éventualité pour la Cogéma de faire traiter 100 $m^3$ de solvant usé – 12 mois de production – dans une campagne d'une année. Cela aurait permis d'accumuler l'expérience industrielle facilitant l'adoption du procédé par la Cogéma.

Les négociations à ce sujet se prolongèrent en 1984, année au début de laquelle l'installation fut utilisée pour le traitement de 60 litres en provenance de Kjeller et 200 litres fortement dégradés originaires de l'usine Eurochemic et qui n'avaient pour cette raison pas été traités lors de la première phase. Puis il fut procédé aux améliorations nécessaires.

En attendant l'aboutissement des discussions avec la Cogéma, l'installation fut décontaminée et mise en stand-by. Mais le contrat ne fut jamais signé. Un autre procédé est aujourd'hui utilisé en France[92].

***Le bitumage des effluents de moyenne activité et le stockage des fûts de déchets bitumés***

A la fin des années soixante, le bitumage des déchets de moyenne activité était pratiqué couramment à Marcoule. Il offrait un moyen rapide et qui apparaissait comme sûr pour stabiliser les effluents de l'usine.

Le projet d'installation d'une unité de bitumage et d'une installation adjacente de stockage intermédiaire à Mol avait été décidé dès 1971 [93]. Sa réalisation par Comprimo et Belgonucléaire fut sans problèmes, mais son exploitation en mit certains en avant.

*Les principes d'EUROBITUM et d'EUROSTORAGE* (Figures 127 à 129)

Le procédé de bitumage employé à Eurochemic comprend d'abord un prétraitement chimique qui transforme le liquide en boue. Cette dernière est ensuite incorporée dans du bitume soufflé.

90 Dans les années quatre-vingts furent retraités des combustibles à 35-40 000 MWj/t.

91 Détails des opérations in RAE 1983,17-18.

92 A UP2 et UP3, les déchets organiques sont traités par distillation à pression réduite avec un évaporateur à film (dit "Flash Distillation").

93 Les avis sont aujourd'hui partagés sur le bitumage. Il est prévu de l'abandonner à UP3 au profit de la vitrification, ce qui suppose la concentration des effluents de moyenne activité. Le bitumage semble adapté au stockage temporaire, mais il paraît probable qu'un conditionnement additionnel en containers étanches soit nécessaire pour assurer un stockage définitif. En tout état de cause ces débats actuels n'existaient pas dans les milieux nucléaires lorsque le choix du bitumage fut effectué à Eurochemic.

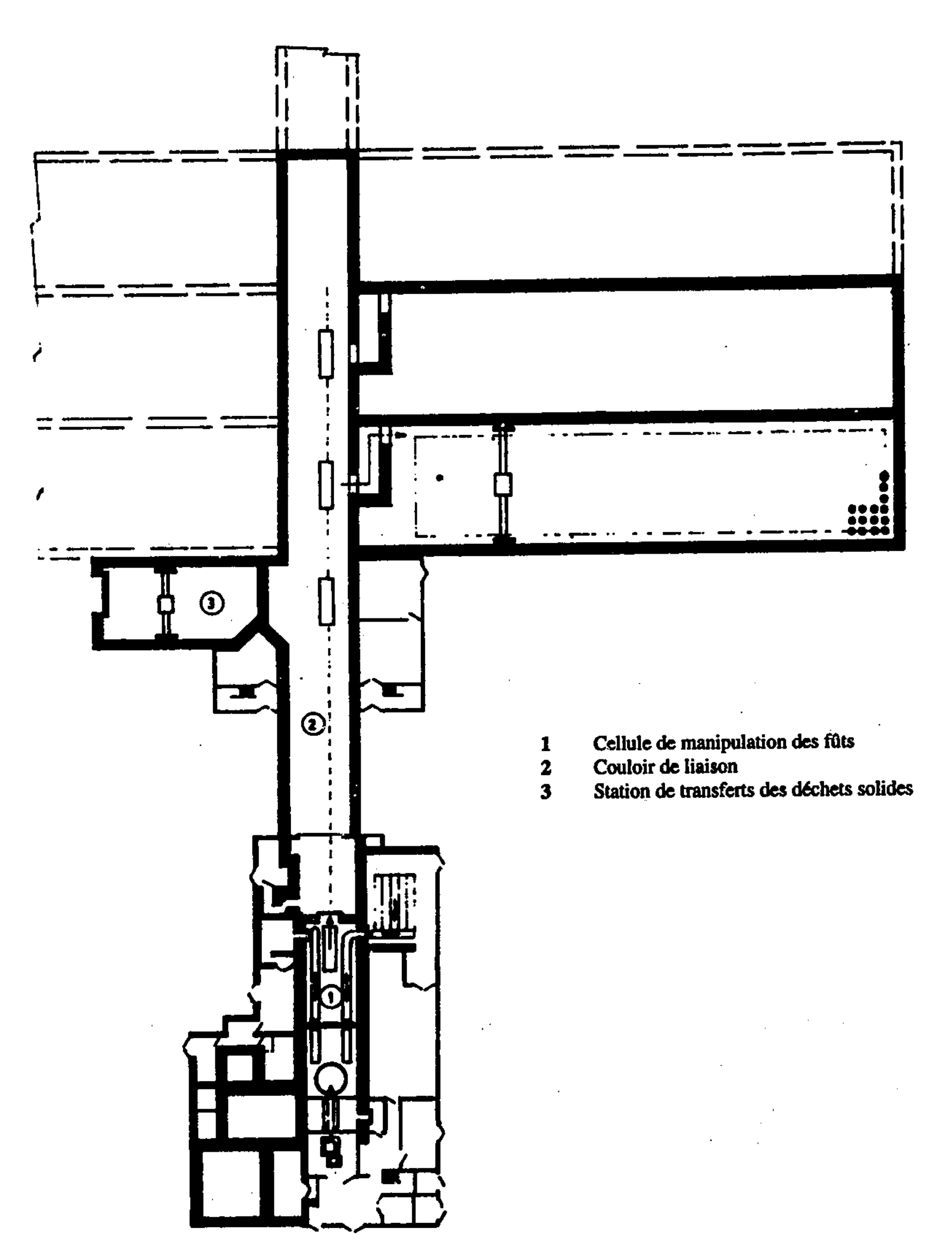



**Figure 127.** Plan de l'installation de conditionnement EUROBITUM (en bas) et de stockage modulaire EUROSTORAGE (en haut) pour les déchets de moyenne activité. Entre les deux s'étend le couloir de liaison. (Source : RAE 1975, p. 39.)

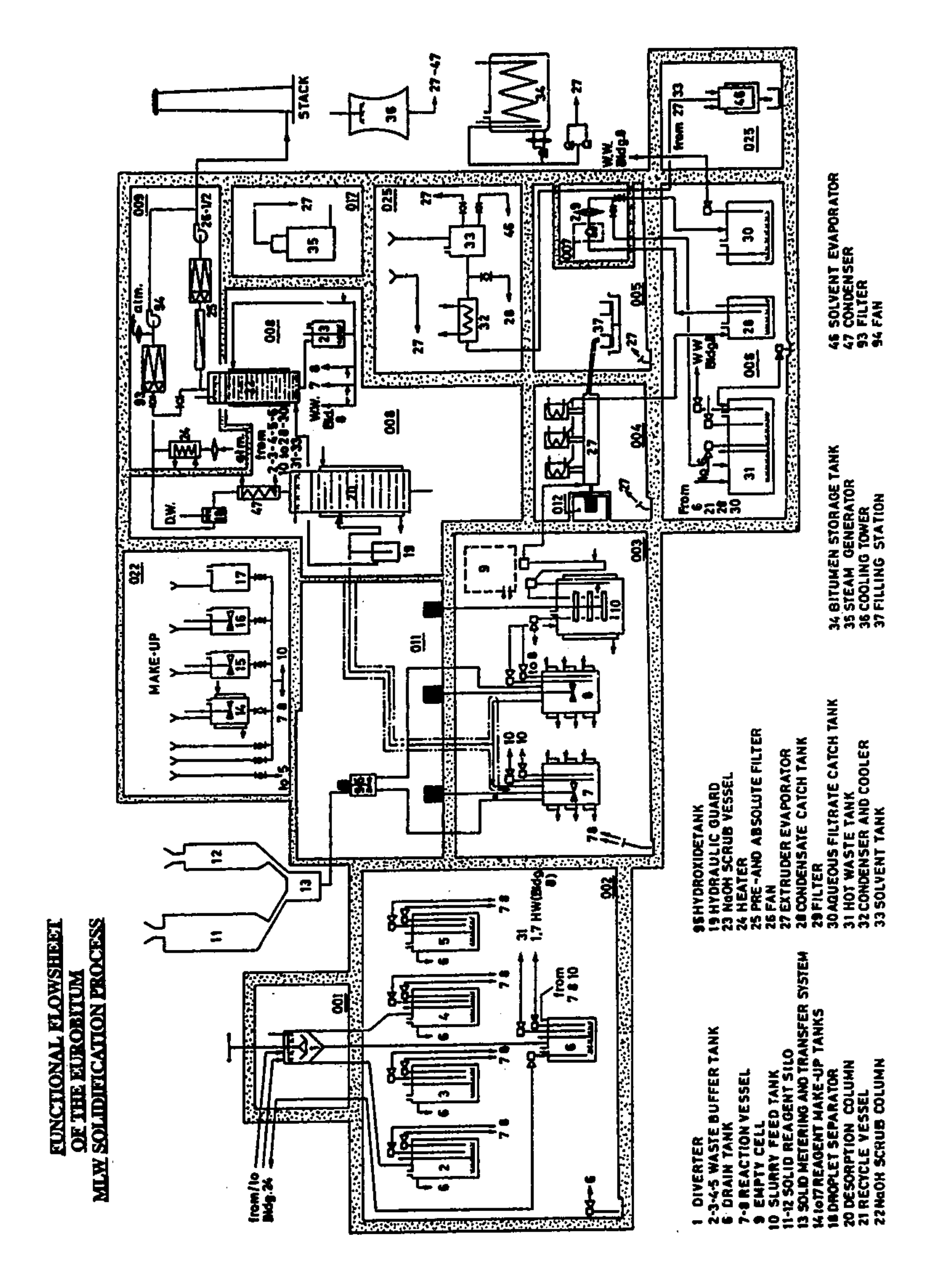



**Figure 128.** Schéma fonctionnel du procédé EUROBITUM. (Source : ETR 324, Figure 6.)

## Block-diagram of an illw chemical pretreatment

| HWC | |
|---|---|
| $HNO_3$ | 2M |
| $NaNO_3$ | 5M |
| ß-Y | ~1 Ci/l |
| d = 1.33 | |
| V = 54 | |

| ADW | |
|---|---|
| NaOH | 2M |
| $NaAlO_2$ | 2M |
| ß-Y | ~0.04 Ci/l |
| d = 1.2 | |
| V = 7 | |

| ZDW | |
|---|---|
| Zr | 0.5M |
| F | 4.2M |
| $NH_4$ | 1.9M |
| $NO_3$ | 0.1M |
| ß-Y | ~ 0.8 Ci/l |
| d = 1.1 | |
| V = 20 | |

| Mg-SDW | |
|---|---|
| $H_2SO_4$ | 2M |
| SS $SO_4$ | 0.8M |
| Mg $SO_4$ | 0.15M |
| Ni $SO_4$ | 0.08M |
| ß-Y | ~ 1 Ci/l |
| d = 1.23 | |
| V = 19 | |

| NaOH | 10M |
|---|---|
| V = 8 | |

| $H_3PO_4$ | 15M |
|---|---|
| V = 0.5 | |

| DISTILLATE | |
|---|---|
| $H_2O$ | 25kg |
| $NH_3$ | 0.65kg |
| V = 25.3 | |

| $K_4Fe(CN)_6$ | 0.5M |
|---|---|
| V = 1.5 | |

| $Ca(OH)_2$ |
|---|
| 8.15kg (110 moles) |

| FINAL SLURRY | |
|---|---|
| d = 1.37 | pH = 8 |
| Total ß-Y activity | ~ 1Ci/l |
| $H_2O$ | 59wt% |
| Soluble solids | 26wt% |
| Insoluble solids | 15wt% |
| $CaSO_4$ | 88g/l |
| $CaF_2$ | 37g/l |
| $Ca_3(PO4)_2$ | 27g/l |
| $Zr(OH)_4$ | 18g/l |
| $Fe(OH)_3$ | 18g/l |
| $Al_2O_3.3H_2O$ | 12g/l |
| $Ni_2Fe(CN)_6.XH_2O$ | 3g/l |
| V = 88.2 | |

## Block-diagram of bituminization

| BITUMEN | |
|---|---|
| Mexphalt : | R85/40 |
| d : | 0.94 g/cm³ |
| T : | 150-170°C |
| F : 100.1 kg/h | |

| SLURRY | | |
|---|---|---|
| Salts : | 548g/l | (40wt%) |
| Water : | 822g/l | (60wt%) |
| d : | 1.37g/cm³ | |
| T : | 25°C | |
| F : 121.7 l/h | | |

| BITUMINIZATION |
|---|
| T : < 200 °C |

| DISTILLATE | |
|---|---|
| Salts : | < 300mg/l |
| Oil : | ~ 400mg/l |
| d : | 1g/cm³ |
| F : 100 kg/h | |

| PRODUCT | | |
|---|---|---|
| Salts : | 520g/l | (40wt%) |
| Bitumen : | 780g/l | (60wt%) |
| Water : | <6.5g/l | (<0.5wt%) |
| d : | ~ 1.3g/cm³ | |
| F : 128.1 l/h | | |

**Figure 129.** Diagramme d'une opération de prétraitement des effluents de moyenne activité et du bitumage des boues (slurry) en résultant. (Source : ETR 324, Figures 3 et 4.)

Le prétraitement est une opération de neutralisation-précipitation – dans une proportion habituelle de 60% d'eau, 40% de sels pour les effluents de dégainage par exemple – qui insolubilise et entraîne dans le précipité les produits de fission et les actinides.

L'incorporation de la boue dans le bitume se fait grâce à quatre vis de malaxage dans un évaporateur horizontal à moins de 200°C, ce qui permet d'éliminer l'eau de la boue. A la sortie le mélange sel-bitume, dans une proportion de 45% de sels, 54,5% de bitume MEXPHALT 85/40, avec moins de 0,5% d'eau, et qui présente une activité de l'ordre de 1 Ci/l, est coulé en fûts de 220 l dans une cellule spéciale à raison de 160 l/h. La capacité annuelle prévue pour l'installation était de 3000 à 3500 fûts.

Les fûts remplis sont fermés par trois points, l'absence d'étanchéité permettant le dégagement des gaz qui pourraient se produire ultérieurement. Ils sont ensuite convoyés automatiquement vers l'installation de stockage EUROSTORAGE.

EUROSTORAGE est une construction modulaire composée de casemates. Deux d'entre elles étaient construites en 1978 au démarrage d'EUROBITUM. Chaque casemate mesure 64 m de long, 12 m de large et 8 m de haut et a une capacité de 5000 fûts, disposés sur quatre couches.

La mise en place des fûts est, comme le convoyage, assurée par un pont roulant télécommandé.

*Le démarrage d'EUROBITUM et d'EUROSTORAGE*[94] (Figures 130 à 132)

En juin 1978 démarrèrent la bituminisation et le stockage des fûts dans les bâtiments 26 et 27.

L'installation était automatisée et contrôlée à partir d'une salle centralisée. Elle fonctionna sans encombre pendant plus de trois années et demi.

1440 $m^3$ d'effluents de moyenne activité avaient été conditionnés à la fin de 1981 dans 7908 fûts. L'installation tourna en 1981 à 88% de sa capacité, les 12% d'immobilisation étant liés pour 10% au rinçage des extrudeuses et pour 2% à la maintenance et aux réparations.

*L'incendie du 15 décembre 1981*[95]

Le 15 décembre 1981, le feu se déclara dans trois fûts en cours de remplissage dans le carrousel (Figures 133-135).

Bien que les conséquences de cet incident fussent restées circonscrites à la cellule de remplissage, l'incendie démontra l'importance du facteur humain dans la sûreté des installations nucléaires et mit en évidence un des aspects délicats de l'enrobage des déchets dans le bitume.

Un récit succinct de l'incident est fait dans une pièce annexée au compte rendu de la 84e séance du Conseil d'administration du 15 janvier 1982 :

«Le mardi 15 décembre vers 14h30, les opérateurs de l'installation dans laquelle les déchets liquides d'activité intermédiaire sont incorporés dans du bitume ont constaté une réaction exothermique dans l'un des fûts de 220 l en cours de remplissage... Les actions correctives ont été immédiatement prises par les opérateurs et l'équipe de pompiers de l'établissement conformément aux règlements et instructions permanents en la matière.

Par la suite une assistance a été fournie par la brigade des pompiers de Mol. Le feu qui est resté localisé à l'intérieur du fût a été éteint après quelques minutes par aspersion d'eau.

Au cours des heures suivantes le même phénomène de combustion s'est reproduit dans trois autres fûts et il a été contrôlé de la même manière... L'origine de la réaction exothermique ayant provoqué cette combustion dans les fûts sera recherchée.

Le redémarrage de l'installation ne se fera qu'après un examen approfondi des causes et des équipements».

L'enquête sur l'incident ne fut publiée sous forme d'ETR qu'en 1990, la raison invoquée étant le retard accumulé dans le programme d'édition des rapports techniques. Elle mettait en évidence le non-respect de l'intégralité des procédures de test prévues.

Il apparut que le personnel d'opération, désireux de gagner du temps pour achever une série de conditionnements avant les vacances de Noël, n'avait pas suivi dans son entier la procédure de vérification et qu'ainsi un mélange particulier de bitume et de sel – qui aurait nécessité un contrôle de température et d'inflammabilité plus rigoureux – avait été introduit dans le dispositif de bitumage, provoquant l'auto-ignition des fûts. Le coût de l'incident fut évalué à 30 M FB.

---

94 Sur EUROBITUM, cf. ETR 324, publié en janvier 1990.

95 L'incident fit l'objet de trois rapports : un rapport de 5 pages en date du 17 décembre 1981 préparé à la demande du parquet de Turnhout, transmis le 18 aux membres du Conseil d'administration, une synthèse d'une page annexée au dossier du CA du 15 janvier 1982, le rapport ETR 314 publié en décembre 1990.

BITIMINIZATION PLANT
Plan section - Ground floor

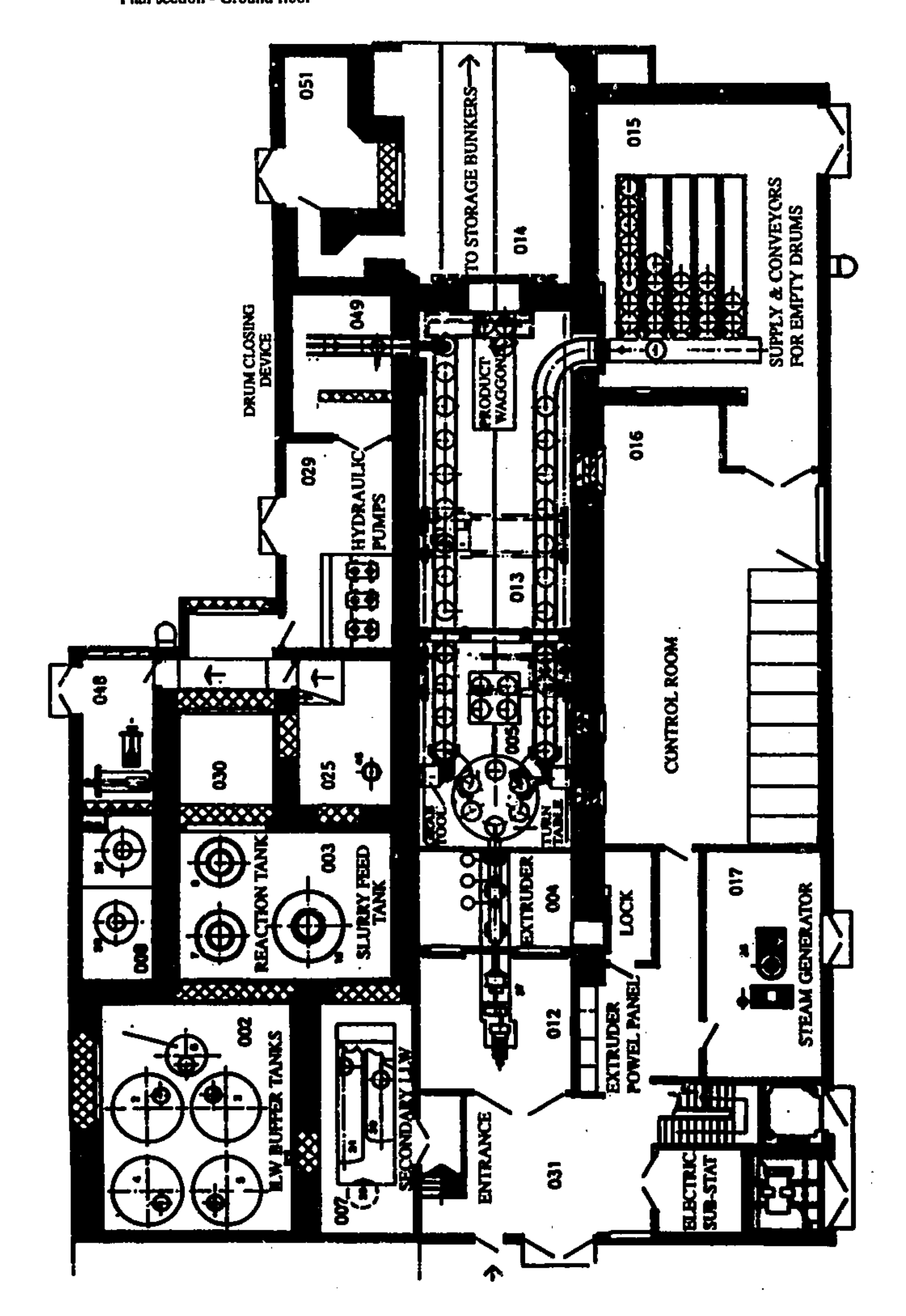



Figure 130. Plan du rez-de-chaussée de l'installation de bitumage. (Source : ETR 324, figure 12.)

**Figure 131.** Plan du premier étage de l'installation de bitumage, comportant notamment les équipements de ventilation et de filtrage des effluents gazeux. (Source : ETR 324, Figure 13.)

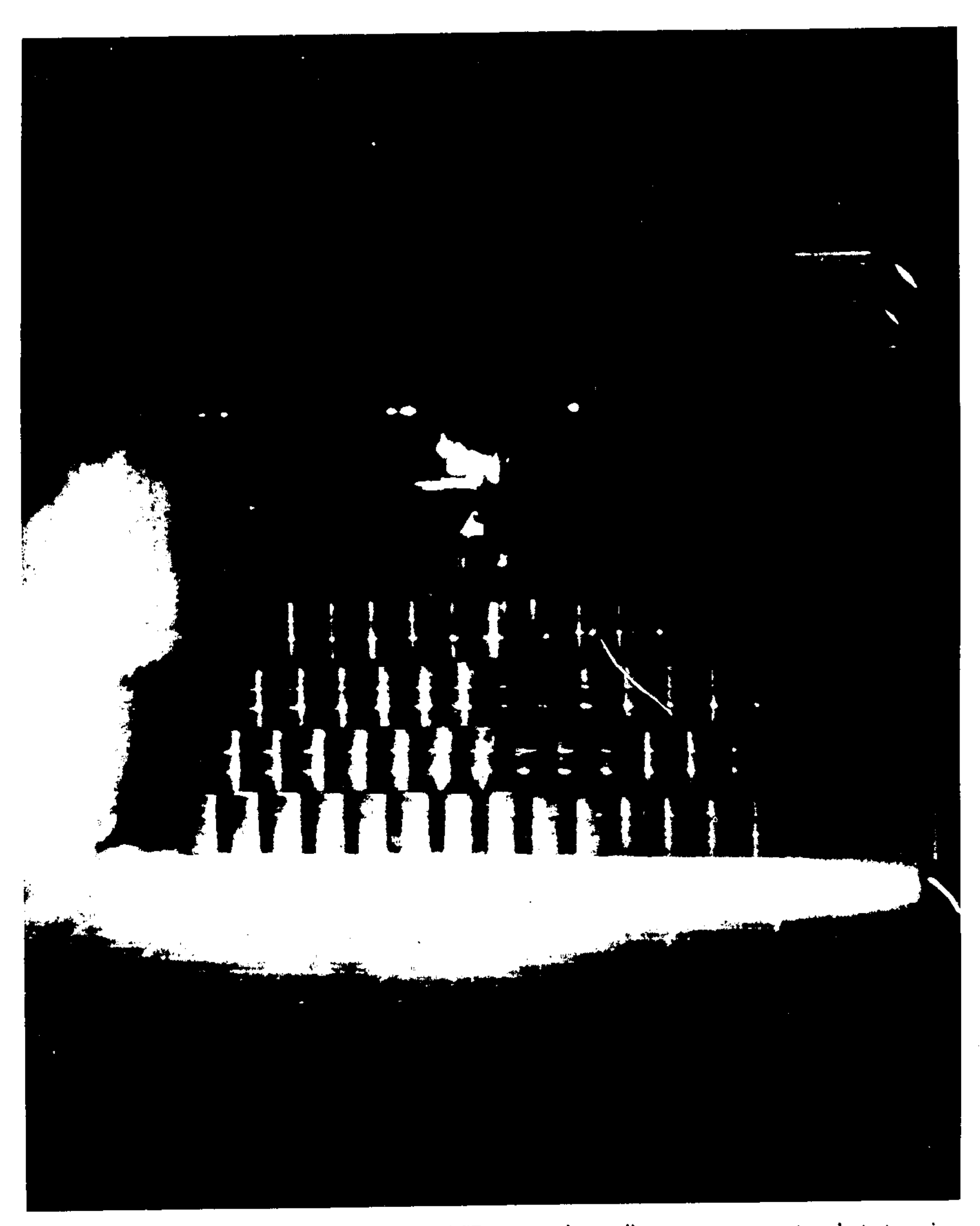
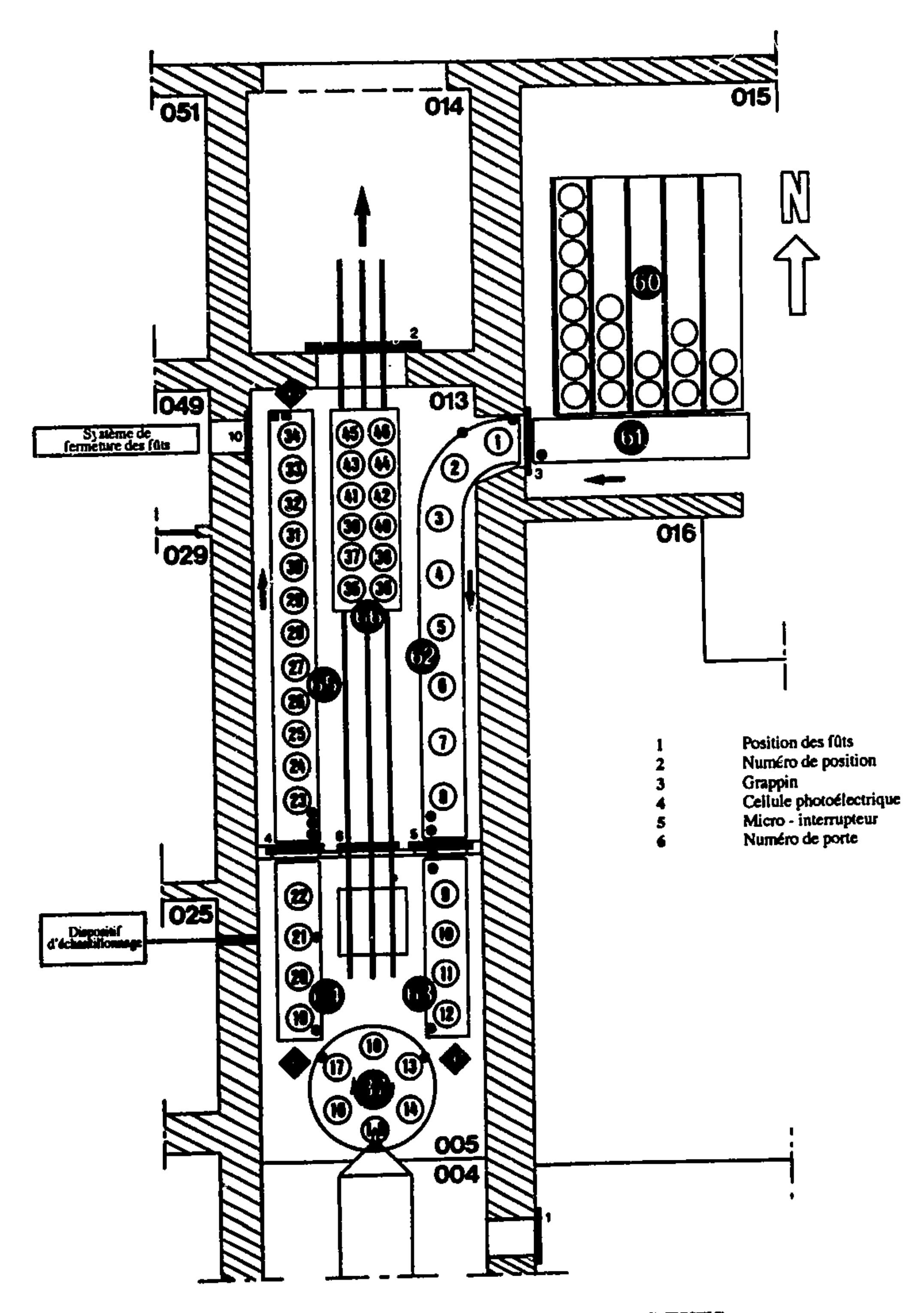


**Figure 132.** Le premier module d'EUROSTORAGE en cours de remplissage, avec son pont roulant et sa pince de manipulation des fûts. (Source : Diapositive couleur du fonds Eurochemic, sans date.)




**MANUTENTION ET REMPLISSAGE DES FUTS**

**Figure 133.** Schéma du carroussel de remplissage d'EUROBITUM et du dispositif de transfert des fûts. Les futs vides stockés en 60 sont acheminés automatiquement vers le carroussel 37 puis sont chargés sur le chariot de transfert 66 qui les mène vers EUROSTORAGE. (Source : ETR 324, Figure 8.)



**Figure 134.** Photographie de la cellule de remplissage d'EUROBITUM en temps normal. Au premier plan, le carroussel avec quatre fûts, dont l'un, au fond à gauche, est en cours de remplissage. La dominante jaune de la diapositive est due à la prise de vue à travers l'épais hublot de la salle de contrôle. (Source : Diapositive du fonds Eurochemic, sans date.)

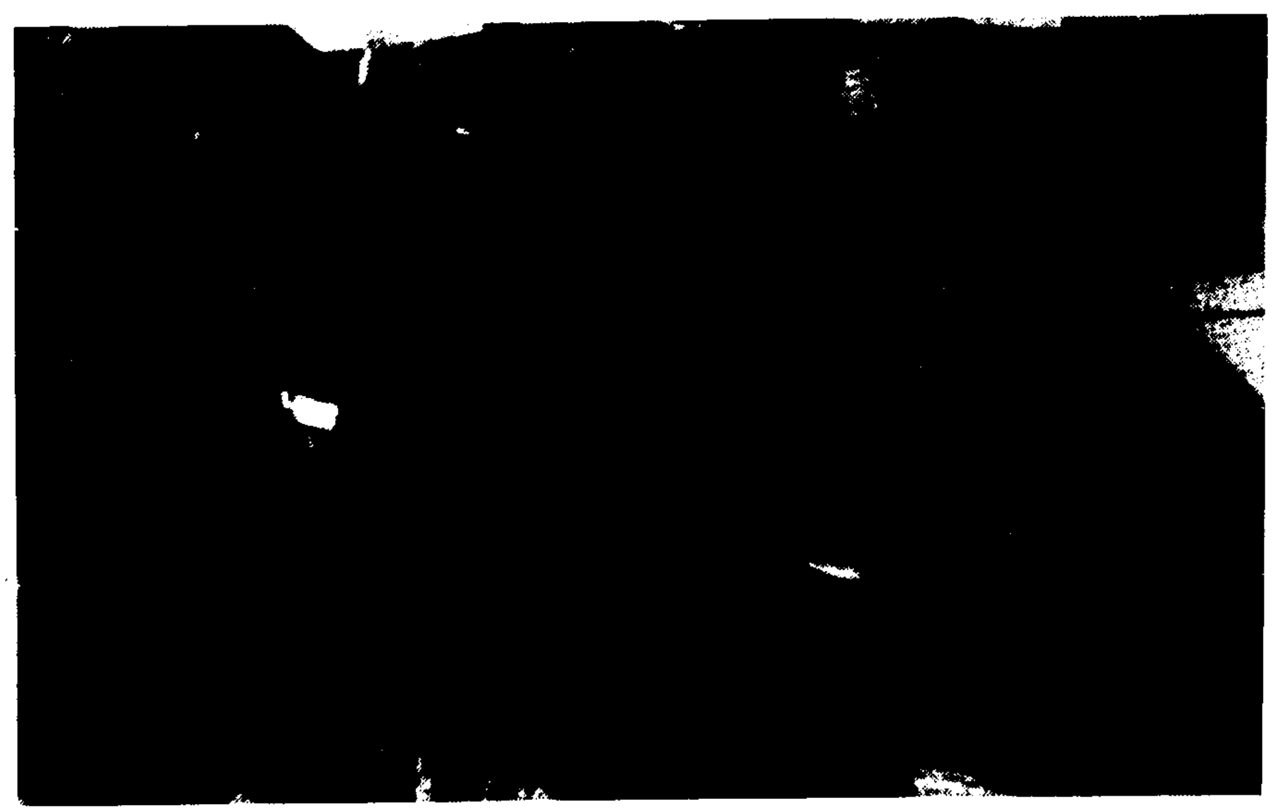


**Figure 135.** Photographie de la cellule de remplissage d'EUROBITUM après l'extinction de l'incendie du 15 décembre 1981. L'auto-ignitio. de trois fûts sur le carroussel entraîna leur débordement et l'inclinaison d'un autre fût. (Source : RAE 1982, p. 21.)

*L'achèvement du conditionnement*

L'installation n'avait cependant été que très superficiellement endommagée par l'incendie du 15 décembre.

La reprise du conditionnement fut autorisée par CORAPRO le 23 avril 1982 et se déroula sans encombre sous la responsabilité d'Eurochemic.

Lorsque l'entreprise passa le relais à Belgoprocess le 1[er] janvier 1985, 2270 $m^3$ d'effluents de moyenne activité, essentiellement des effluents de dégainage, avaient été conditionnés dans 11 965 fûts, totalisant 843 000 curies, dont 6800 Ci alpha.

L'installation a ultérieurement servi à bitumer les effluents de moyenne activité produits par la vitrification des effluents de haute activité (cf. Infra).

Elle est toujours opérationnelle aujourd'hui.

*Bilan du bitumage des effluents de moyenne activité*

Rythme annuel

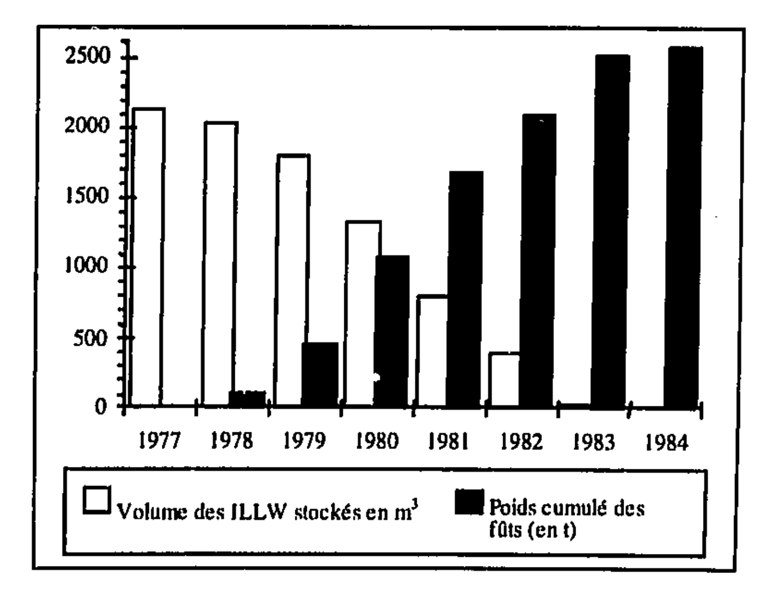
Tableau 110. **Production de fûts de déchets bitumés de 1977 à 1984**

Poids total des fûts de déchets bitumés
produits(t)

700
600
500
400
300
200
100
0
1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984



Tableau 111. **Evolution des stocks d'effluents de moyenne activité de 1977 à 1984 et production cumulée de fûts de déchets bitumés**



***Bilan des déchets au 31 décembre 1984, à la fin de la gestion du site par Eurochemic***

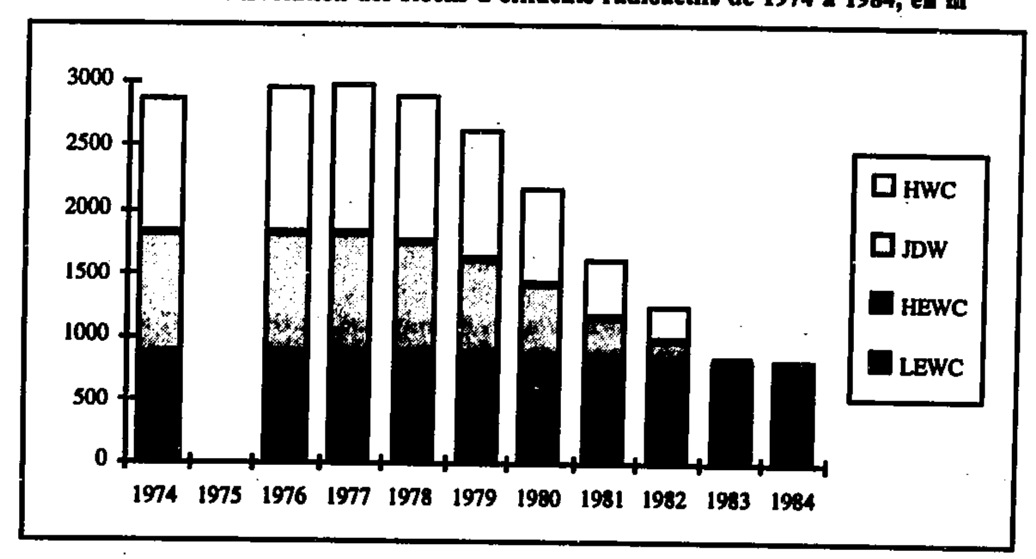
Le bilan global en 1984, lorsque s'achève le bitumage des effluents de moyenne activité et lorsqu'Eurochemic cesse d'être l'exploitant du site, est montré en tableaux 112a et 112b.

**Tableau 112a. Evolution des stocks d'effluents radioactifs de 1974 à 1984, en m³ (donnés)**

| Année | Effluents de haute activité LEU LEWC (m³) | Effluents de haute activité HEU HEWC (m³) | Effluents de dégainage JDW (m³) | Concentrats d'effluents chauds HWC (m³) | Volume total (m³) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1974 | 65,0 | 800 | 950 | 1050 | 2865 |
| 1975 | | | | | |
| 1976 | 65,0 | 806 | 939 | 1165 | 2975 |
| 1977 | 65,0 | 805 | 948 | 1176 | 2994 |
| 1978 | 61,8 | 795 | 892 | 1142 | 2890 |
| 1979 | 61,8 | 795 | 768 | 1009 | 2634 |
| 1980 | 57,3 | 782 | 572 | 757 | 2169 |
| 1981 | 55,5 | 781 | 316 | 471 | 1624 |
| 1982 | 51,4 | 774 | 153 | 242 | 1221 |
| 1983 | 51,5 | 774 | 0 | 13 | 838 |
| 1984 | 48,4 | 768 | 0 | 0 | 816 |

Soit, graphiquement :

**Tableau 112b. Evolution des stocks d'effluents radioactifs de 1974 à 1984, en m³**




En 1984 seuls les effluents de haute activité, qui représentaient 816 m³, devaient encore être conditionnés. Ils représentaient moins du tiers du volume initial des effluents stockés sur le site, mais concentraient la plus grande partie de la radioactivité, qui était à la fin du retraitement, on l'a vu, de 18,3 millions de Ci. Leur activité, qui avait diminué avec le temps sous l'effet de la décroissance radioactive naturelle, était en 1984 ramenée à 11,9 millions de Ci. Une baisse de volume avait été obtenue par auto-concentration grâce au contrôle du refroidissement des cuves.

Mais l'entreprise n'avait pas attendu 1984 pour se soucier de l'avenir de ces effluents. Dès que la décision d'arrêt du retraitement fut prise, des projets de conditionnement furent développés. A l'époque en effet aucune solution n'était opérationnelle à l'échelle industrielle. Le conditionnement des déchets de retraitement de haute activité d'Eurochemic fut une occasion d'innover en la matière, de relancer aussi de nouvelles formes de coopération internationale sur le site.

**Le traitement des effluents de haute activité entre LOTES, l'Atelier de Vitrification Belge (AVB) et PAMELA**

Au début des années soixante-dix, les effluents de haute activité issus du retraitement étaient stockés dans des réservoirs spécialement aménagés, à Eurochemic comme ailleurs. Des programmes de recherche et de développement avaient été lancés dans les années soixante dans les pays pratiquant le retraitement, mais aucune unité industrielle ne fut en fonctionnement avant 1978. L'Atelier de Vitrification de Marcoule (AVM) fut la première installation au monde à fonctionner. PAMELA, l'installation de Mol, fut la seconde[96].

*La situation en 1972-1974 et la sélection des projets*

Avec le traitement des effluents de haute activité Eurochemic fut en effet un des pionniers mondiaux de la recherche de procédés de stabilisation des effluents de haute activité. Pour résoudre le problème de leur conditionnement furent mobilisées les techniques les plus modernes. Tous les travaux étaient au début des années soixante-dix centrés sur la vitrification . Des recherches étaient en cours en France et en Allemagne ainsi qu'aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne à ce sujet. Le Royaume-Uni n'entre pas dans le champ de cette étude, mais elle ne faisait pas exception à la règle, avec les projets FINGAL puis HARVEST, et avait inspiré des travaux de recherche à Eurochemic dès les années soixante[97].

*La R&D en France, en Allemagne et aux Etats-Unis*

La France de GULLIVER à l'Atelier de vitrification de Marcoule (AVM)

En France, le problème de la solidification des effluents de haute activité avait fait l'objet de recherches depuis la fin des années cinquante. L'étude de la vitrification en laboratoire avait commencé en France à Fontenay en 1957. Un pilote de vitrification, GULLIVER, y fut en fonctionnement de 1965 à 1967 [98]. A partir de 1968 les études furent concentrées à Marcoule, où se trouvait alors l'essentiel des solutions de produits de fission. Les études portant sur les différentes sortes de verre débouchèrent sur le choix des verres borosilicatés. Parallèlement avaient été menées des études sur deux procédés de vitrification par incorporation des produits de fission dans une masse de verre en fusion, coulée ensuite en blocs. Ces études se traduisirent par la construction du pilote PIVER et par le développement du projet d'Atelier de Vitrification de Marcoule (AVM).

PIVER explorait un procédé discontinu où la calcination et la vitrification s'opéraient dans le même pot chauffé dans un four à induction. Le projet lancé en 1965 déboucha sur la mise en service du pilote en 1969, pilote qui fonctionna jusqu'en 1973 et produisit 12 t de verre contenant 5 millions de Ci [99]. Ce n'est toutefois pas ce procédé discontinu et intégré qui connut en France une application industrielle, mais un procédé continu et comportant des installations séparées.

Le procédé continu menant à l'AVM séparait les deux opérations de calcination et d'incorporation dans le verre. La première se déroulait dans un calcinateur rotatif, la seconde dans four métallique. Ce procédé fut d'abord expérimenté dans une version pilote à mi-grandeur. La conception de l'AVM fut confiée à SGN, qui devait en commencer l'étude en 1973.

L'AVM (le schéma en Figure 136) était une installation de démonstration qui fonctionna à partir de 1978. Elle fut en définitive choisie pour équiper les usines de retraitement française pour deux raisons principales, d'abord l'homogénéité des blocs de verre obtenue grâce à la régularité granulométrique du calcinat, ensuite parce que la séparation des opérations permettait un pilotage de l'installation plus facile, les paramètres de procédé étant plus simples. Les principales difficultés qui apparurent en cours d'expérimentation furent liées à l'entretien, au filtrage des poussières du calcinateur et à la formation d'une croûte sur ses parois. Elles furent résolues par le développement d'outils d'entretien à distance, par la capture des poussières et par leur dissolution dans un bain d'acide nitrique avant recyclage, ainsi que par l'incorporation d'additif évitant la formation des croûtes.

---

96 Pour résumer, le problème général du conditionnement des effluents de haute activité consiste à stabiliser des mélanges pouvant comporter jusqu'à 40 éléments chimiques différents. La vitrification apparaît comme le moyen le moins difficile pour cela, mais l'opération est compliquée par les températures élevées et par la radioactivité. Cf. KRAUSE H. (1982) sur les solutions de remplacement du verre.

97 Le Royaume-Uni devait adopter le procédé français de l'AVM au début des années quatre-vingts.

98 Cf. CREGUT A., LURIE R. (1985), p. 134. à propos de son déclassement à partir de 1981.

99 Il resta en service jusqu'en 1979 et conditionna des HLW provenant du retraitement de combustibles de surgénérateurs.

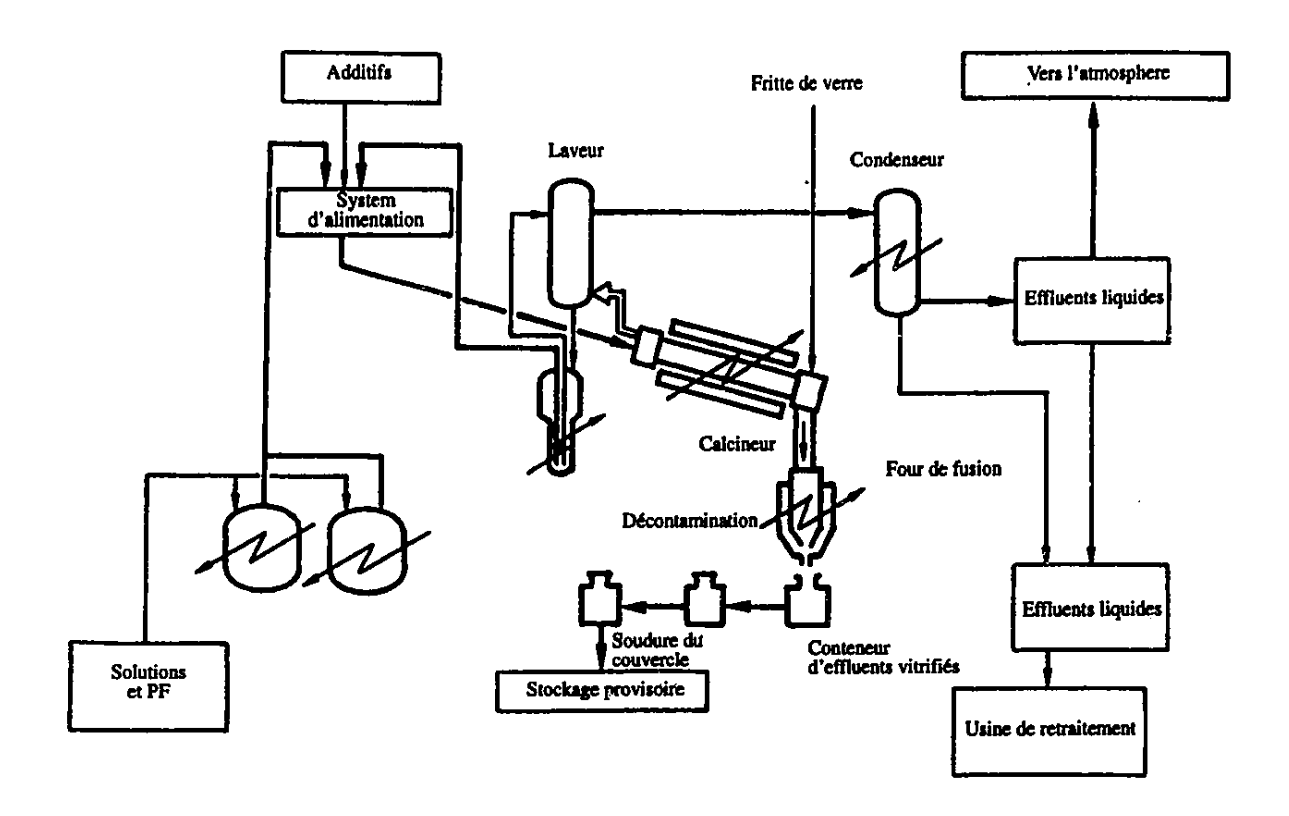



**Figure 136.** Schéma du principe de vitrification dans l'AVM, avec ses deux étapes séparées, le calcinateur rotatif des solutions de produits de fission et le four de mélange et de fusion du calcinat et de la fritte de verre. (Source : ALEXANDRE D., CHOTIN M., LE BLAYE G. (1987), p. 290.)

Des études dispersées en Allemagne de 1965 à 1973

Les premiers travaux avaient été entrepris en Allemagne à partir de 1965 à Karlsruhe avec le développement expérimental d'un procédé de vitrification appelé VERA[100]. Celui-ci comportait au départ trois étapes séparées : la dénitration des concentrats d'effluents de haute activité (HAWC) par l'acide formique; la calcination de la solution dénitrée dans un calcinateur à giclage chauffé à la vapeur[101]; enfin la vitrification, par incorporation du calcinat dans la masse fondue d'un verre borosilicaté. Le projet de Karlsruhe profita, en cours de développement, des travaux fondamentaux menés à Berlin.

Dès 1967 en effet le Hahn Meitner Institut de Berlin (HMI) commença des études portant sur l'emploi de verres et de céramiques borosilicatés pour la vitrification des effluents de haute activité.

A partir de 1968 un programme fut également lancé au centre de Juliers (Jülich) avec deux projets, FIPS et PHOTHO[102]. Ce dernier fut mené en coopération avec la firme Gelsenberg AG, qui devait à partir de 1973 s'associer avec Eurochemic dans un premier projet PAMELA[103] pour le développer tout en l'adaptant aux déchets PUREX. Comme l'indique son nom, le principe de conditionnement mettait alors en jeu des verres phosphatés, qu'on pensait incorporer dans des matrices métalliques.

D'une manière générale les études allemandes étaient alors moins avancées qu'en France.

---

[100] VERA: Versuchsanlage für die Verfestigung von hochaktiven Abfallösungen. Installation expérimentale pour la solidification d'effluents de haute activité.

[101] "Dampfbeheizter Sprühkalzinator".

[102] FIPS : Fission Product Solidification Process. PHOTHO : Phosphatglasverfestigung von Thorex Waste.

[103] PAMELA se développait alors en "Phosphatglasverfestigung mit anschließender Metalleinbettung zur sicheren Endlagerung von hochaktiven Spaltprodukten", soit «Solidification de produits de fission de haute activité dans des verres au phosphate, suivie de leur incorporation dans une matrice métallique pour en permettre le stockage ultime dans des conditions sûres».

Les études menées au centre d'Idaho

Des études sur la vitrification étaient également en cours à Hanford, où des pilotes actifs étaient en service. Mais pour notre propos fut beaucoup plus important le procédé dit Idaho, alors limité à la seule calcination des déchets de haute activité produits par l'usine ICRP, ex ICPP Cette dernière ne retraitant que des combustibles à uranium hautement enrichi, ses effluents de haute activité présentaient une forte teneur en aluminium. Le procédé, appelé aussi WCF [104], comportait la calcination des effluents dans un four à lit fluidisé et donnait des granules d'alumine ($Al_2O_3$) dans lesquelles les produits radioactifs étaient enrobés.

L'objectif d'Idaho était de stocker définitivement ces calcinats dans de grands silos enterrés. Une installation de grande taille comprenant un calcinateur et un bâtiment de stockage fut effectivement construite et exploitée. Le procédé Idaho allait inspirer les chercheurs à Eurochemic, qui menaient également des travaux sur la solidification des effluents de haute activité.

*A Eurochemic : le programme de recherche sur la solidification des effluents de haute activité – De LOTES aux tests pilotes pour la séparation du mercure des déchets issus des campagnes HEU*

Les recherches à Eurochemic

Le procédé LOTES (Figure 137)[105] était dérivé de recherches provoquées par la nature spécifique des effluents de haute activité provenant des combustibles hautement enrichis (HEWC), que l'on prévoyait initialement de mélanger avec ceux à l'uranium naturel ou faiblement enrichi (LEWC) pour les solidifier dans des phosphates d'aluminium[106]. Elles reprenaient certaines caractéristiques de la calcination à Idaho. Il s'agissait d'un projet de solidification à basse température, qui se caractérisait par deux aspects :

- la conversion à basse température des nitrates des effluents de haute activité en phosphates, et leur incorporation dans une matrice de phosphate d'aluminium sous forme de particules sphériques de 3 à 15 mm de diamètre. Ces opérations devaient se réaliser dans un réacteur à lit fluidisé à une température de 350° C ;
- leur incorporation dans des matrices métalliques. Des matrices métalliques en alliage plomb-antimoine-zinc, en aluminium ou encore en graphite furent essayées en laboratoire.

Il fut également envisagé de vitrifier le produit du procédé LOTES en formant un verre au phosphate, ce qui contribua à un rapprochement avec le projet allemand de Gelsenberg, prélude à une véritable coopération qui allait se poursuivre fructueusement par la suite.

Le choix de 1972

Tous ces programmes nationaux, connus des membres du Comité technique, fournirent une base aux choix qu'il importait de faire pour la solidification des effluents de haute activité d'Eurochemic.

Le programme de recherche d'Eurochemic sur la solidification des effluents de haute activité défini en juin 1972 sélectionnait donc pour examen quatre procédés de solidification[107] :

- le procédé WCF de calcination par lit fluidisé développé à Idaho ;
- le procédé PIVER développé à Marcoule ;
- le procédé VERA développé à Karlsruhe ;
- le procédé LOTES développé à Eurochemic avec la collaboration de Gelsenberg.

La première étape consista entre 1972 et 1974 à mener sur place des travaux expérimentaux sur l'applicabilité de ces procédés aux déchets spécifiques d'Eurochemic.

Pour l'essai du procédé WCF, fut construit un réacteur de 16 cm de diamètre où fut testée la calcination de solutions simulées. Il apparut rapidement que le procédé avait deux désavantages : d'une part une fraction importante des produits de calcination était entraînée dans le système de filtration des off-gas où la poudre particulièrement fine était difficile à enlever ; d'autre part les produits granulés obtenus étaient très lixiviables[108].

---

104 WCF : Waste Calcination by Fluidised bed.

105 Low Temperature Solidification.

106 Cf. par exemple le programme de R&D en date du 18 février 1974, document sans cote annexé au dossier du Conseil d'administration pour la même année.

107 CA/M(72)2, p. 3-7 du 8 août 1972.

108 La lixiviation, ou lèchabilité (leachability), est un phénomène de dissolution partielle et sélective de certains composants.

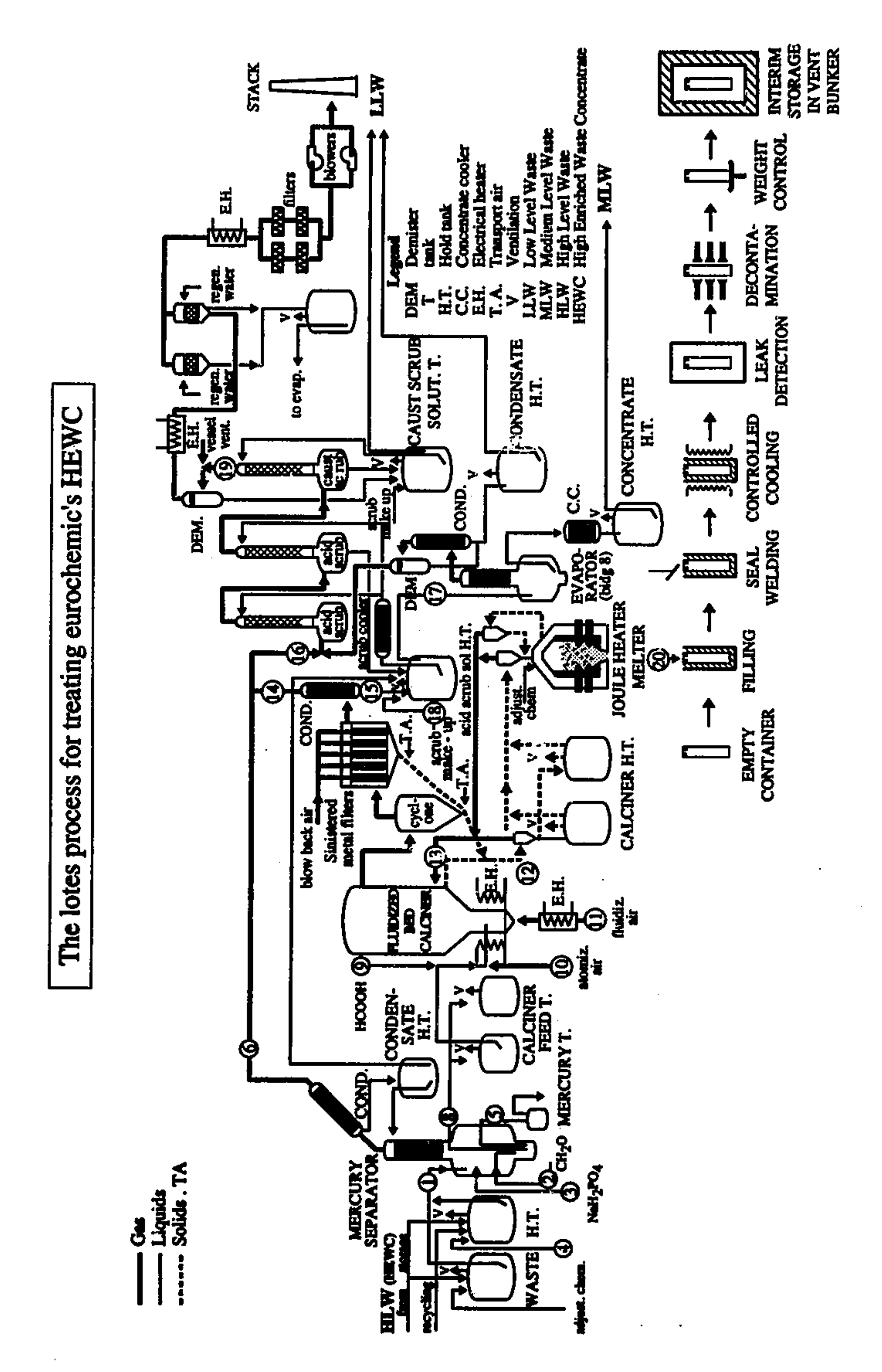



**Figure 137. Schéma de principe du procédé LOTES, avec son calcinateur à lit fluidisé et son four de fusion à effet Joule. (Source : RAE 1977, p. 44.)**

Des mesures particulières d'amélioration pouvaient cependant intervenir pour l'améliorer. En ce qui concerne le second désavantage, on pouvait coupler la calcination avec le procédé LOTES, dans la mesure où LOTES permettait de transformer les oxydes métalliques en phosphates.

Pour la vitrification des phosphates, Eurochemic développa une technique de production de perles de verre au phosphate qui consistait à faire couler sur une bande déroulante ou un disque tournant métallique un filet de verre en fusion dans lequel les déchets radioactifs avaient été incorporés au préalable.

La production de ces perles de verre et leur incorporation dans des alliages métalliques à température de fusion basse furent menées en collaboration avec la firme allemande Gelsenberg AG, les recherches se faisant à la fois à Juliers et à Mol.

En décembre 1974, Gelsenberg fit une première démonstration de faisabilité en produisant 400 g de perles de verre incorporant une solution en provenance d'Eurochemic à 600 Ci/l, avec une activité spécifique de 1000 Ci/kg.

### *Des options de 1974 au choix de 1977 – Les effluents de haute activité entre LOTES, VITROMET, PAMELA et l'AVM*

#### *Le rapport sur la gestion des déchets de 1974*

A la fin de 1974 les travaux de R&D étaient bien avancés mais ne permettaient pas un choix. Le rapport de 1974 synthétisa les résultats des études sur les procédés existants, et proposa un programme de démonstration portant sur les effluents de haute activité d'Eurochemic, envisageant deux possibilités, qui pouvaient d'ailleurs être complémentaires, mais dont l'aboutissement était en tous cas l'incorporation dans une matrice métallique. Les HEWC, fortement aluminés, seraient calcinés et/ou soumis au procédé LOTES, les LEWC seraient vitrifiés.

#### *La poursuite des recherches*

Les recherches sur le procédé lit fluidisé-LOTES se poursuivirent en 1975.

En ce qui concerne la vitrification, fut produit en laboratoire en septembre 1975 le premier échantillon de VITROMET, contenant 1000 $cm^3$ d'effluents de haute activité incorporés à raison de 28% dans des perles de verre phosphaté[109], elles-mêmes intégrées dans un alliage au plomb[110]. Le tout était coulé dans un conteneur[111] et pesait 13,4 kg [112]. Ces perles de verre devaient être expérimentalement coulées dans une matrice métallique en 1975.

En 1976 le programme allemand envisageait la construction d'un four céramique chauffé directement par effet Joule dans lequel se produisait à la fois la calcination et l'incorporation dans la masse de verre, alors qu'auparavant on envisageait une solution plus proche de la solution française.

#### *La première simplification de 1976*

Une étude conceptuelle préliminaire avait été confiée en 1976 à Nukem pour la solidification; elle examina le scénario de calcination des HEWC suivie de la vitrification des calcinats dans des blocs de verre au borosilicate et celui de l'incorporation dans des perles de verres au phosphate coulées à leur tour dans une matrice métallique.

Le Conseil d'administration décida lors de sa réunion du 17 décembre 1976 d'appliquer le procédé LOTES aux déchets de haute activité, mais aussi de permettre à Gelsenberg de construire une unité de démonstration pour le procédé PAMELA[113], qui conditionnerait une partie des effluents de haute activité issus des combustibles faiblement enrichis.

L'année 1977 fut donc consacrée à l'amélioration du procédé, en particulier de son schéma, l'objectif étant de lancer des appels d'offres pour les services d'ingénierie et le choix d'un architecte industriel. Des contacts furent pris avec quatre ingénieurs architectes européens, mais leur degré de compétence fut jugé insuffisant.

Cette entreprise était sous-tendue par un projet de programme international dans le domaine de la gestion des déchets de haute activité, dans le cadre de l'AEN/OCDE. Le «Programme international LOTES» fit l'objet d'un mémoire rédigé par Yves Sousselier, Emile Detilleux et Pierre Strohl, et avait pour ambition d'associer les

---

109 $P_2O_5$ – 60% ; $Na_2O$ – 8% ; $Al_2O_3$ – 3% ; $Fe_2O_3$+CaO – 1%.

110 Pb(84%), Sb(12%),Sn(4%).

111 Traduction adoptée pour l'anglais "canister" et l'allemand "Kokille".

112 RAE 1975,57 à 60.

113 CA/M(77)1, p.8 pour la décision. Le scénario est décrit dans CA(76)13, 2ème partie.

nouveaux membres de l'AEN, en particulier le Japon et l'Australie à la coopération sur le site de Mol[114]. Mais il n'eut pas le succès escompté.

*La seconde simplification de 1977 – L'abandon de LOTES et l'entrée en scène de l'AVM*

Le projet LOTES fut abandonné à la fin de 1977, au profit de l'AVM, développé par le CEA. Le Rapport de la Société pour 1977 donne comme raison de cet abandon "the anticipated transfer of Eurochemic's installations to the Belgian authorities, who prefer the application of the industrially more advanced AVM process"[115]. La Belgique avait en effet manifesté sa préférence pour le système français, dans la perspective d'une reprise rapide de l'activité de retraitement.

L'abandon de LOTES entraînait ipso facto celui de la calcination par lit fluidisé de type Idaho.

Il ne resta du programme de développement LOTES qu'un aspect, indispensable aussi bien pour LOTES que pour l'AVM, celui de la séparation par réduction avec du formaldéhyde des 2 tonnes de mercure contenues dans les HEWC. L'étude sur la démercurisation fut achevée en 1979.

L'étape suivante fut, en liaison avec SGN et en relation avec le projet AVB, la réalisation en 1981, dans le laboratoire de recherches d'Eurochemic, d'un pilote à l'échelle du vingtième qui entra en fonction en 1982[116].

***La substitution de l'AVB à LOTES et la vitrification des LEWC par PAMELA (1978-1986)***

A partir de la fin de 1977 donc, la vitrification des effluents de haute activité semblait relever de deux projets émanant des deux principaux actionnaires de la Société, la France et l'Allemagne.

La Convention de 1978 s'en fait l'écho. A la France revient la construction de l'unité de vitrification des HEWC et, ultérieurement, des déchets de haute activité de la future usine de retraitement belge. La coopération entre l'Allemagne et Eurochemic se poursuit par le projet PAMELA, destiné à vitrifier les LEWC.

L'année précédente en effet, le Ministère allemand de la Recherche et de la Technologie, le BMFT, avait fédéré dans le projet PAMELA l'ensemble des projets allemands de vitrification, alors que la gestion du projet passait de Gelsenberg à DWK conjointement avec le BMFT, dans le cadre plus général de l'édification d'une usine de retraitement en Allemagne. Le développement de l'abréviation PAMELA devint alors Pilotanlage Mol zur Erzeugung lagerfähiger Abfälle[117]. Les verres au phosphate étaient abandonnés au profit des verres au borosilicate. L'incorporation des déchets LEWC dans ceux-ci était également effectuée dans un four céramique à chauffage direct dont le produit fini pouvait être coulé soit sous forme de blocs, soit sous forme de perles à incorporer dans une matrice métallique. Ces variantes répondaient à deux préoccupations, politique et technique. La première reprenait les travaux menés avec Eurochemic et les prolongeait alors que LOTES était enterré. La seconde apparaissait comme la plus adaptée pour la vitrification future des déchets de haute activité issus du retraitement des surgénérateurs.

*Le projet de vitrification des HEWC par l'AVB et l'installation de stockage des produits vitrifiés*

Le modèle français

L'AVB est l'exportation de l'atelier français AVM[118], qui était entré en production depuis le 27 juin 1978 et qui fonctionna très correctement.[119]

Le choix de la technologie française pour l'AVB, qui avait été prévu dans la Convention de 1978, ne déboucha toutefois sur la signature d'un contrat que le 23 mars 1981. En effet la construction de l'AVB était subordonnée à la reprise de l'activité de retraitement par la Belgique. Ce contrat fut signé entre SGN, Eurochemic et le Ministère des Affaires économiques belge. L'étude d'avant-projet débuta officiellement le 15 juin 1981.

---

[114] Le projet fut lancé au début du mois de mars 1976. CA(76)5. Il prévoyait un budget de 525 M FB étalés sur 7 ans. Sur l'interprétation de ce programme, cf. 5e Partie, chap. 2.

[115] RAE, 1977, 48.

[116] Bilan dans ETR 311.

[117] «Installation pilote de Mol pour la production de déchets capables d' être stockés».

[118] Sources: RGN,1978,1,54., DAMETTE (1985).

[119] Pendant les trente premiers mois de son fonctionnement, elle vitrifia 380 $m^3$ d'effluents et produisit 170 t de verre. L'usure prématurée des électrodes du four métallique nécessita cependant leur remplacement à six reprises pendant cette période, ce qui conforta les Allemands dans l'approfondissement de la technologie des fours en céramique. Des projets identiques étaient de plus menés alors, aux Etats-Unis, pour une installation de 250 $m^3$ de capacité annuelle destinée à traiter les effluents de Savannah River, ainsi qu'au Japon.

Coopération franco-belge et place d'Eurochemic dans le dispositif bilatéral

L'objectif principal de l'AVB n'était pas de traiter les déchets d'Eurochemic, même si cela était son premier but. Il s'agissait de construire l'unité de vitrification capable de traiter les effluents de la future usine belge.

Dans ce cadre, Eurochemic avait trois fonctions : elle finançait 60% de la conception et de la construction[120] ; elle fournissait à SGN le procédé détaillé de séparation du mercure qui devait absolument intervenir avant la calcination suivant le procédé français et qui, comme il a été vu, résultait d'études lancées à l'époque de LOTES ; enfin Eurochemic devait, dans le cadre d'un contrat signé avec le CEA, fournir à SGN le procédé particulier de vitrification des HEWC, qui différaient des déchets traités à Marcoule en particulier du fait de leur haute teneur en aluminium[121]. Les deux études furent remises en 1983. Il s'agissait de faciliter, par le transfert de la connaissance des particularités de ses propres déchets, l'adaptation du procédé français aux caractéristiques de ceux d'Eurochemic.

L'installation de stockage

La signature du contrat lança également la procédure de construction des installations de stockage des déchets vitrifiés, qui devaient se trouver à proximité immédiate de l'AVB. Un groupe composé de représentants d'Eurochemic, du Ministère des affaires économiques puis du syndicat d'études Belgoprocess suivit l'avancée des travaux d'ingénierie de SGN. L'étude de sûreté préliminaire et l'offre globale du prix de construction furent présentées le 29 avril 1983. SGN s'était pour l'occasion associée avec une filiale de la firme belge Tractionel, Tractionel Engineering international (TEI). Les conclusions de l'étude technique d'adaptation de l'AVB aux HEWC d'Eurochemic prévoyaient la solidification de ces derniers dans 369 t de verre en 5 ans et demi de fonctionnement[122]. En 1984 le rapport préliminaire de sûreté fut approuvé par les autorités belges, le terrain prévu fut défriché tant pour l'AVB que pour l'installation de stockage, mais on attendit pour démarrer les travaux la décision de reprise du retraitement.

Epilogue

Comme on le sait, cette décision n'intervint jamais et l'AVB fut définitivement abandonnée en 1986. L'emplacement déboisé resta en friche jusqu'au début des travaux de l'installation de conditionnement des déchets de faible activité CILVA.

Le transfert de technologie française n'aboutit donc pas, à la différence du projet allemand.

*PAMELA [123] : une seconde expérience de coopération entre Eurochemic et l'Allemagne – La vitrification des LEWC*

PAMELA devait fournir à l'Allemagne son ticket d'entrée dans la technologie de la vitrification des produits radioactifs, qui lui était indispensable pour la réalisation de son programme de gestion intégrée des déchets comprenant aussi l'édification d'une usine de retraitement nationale.

PAMELA, un élément du programme intégré de gestion du combustible allemand

Les travaux de développement allemands, qui avançaient, on l'a vu, en ordre dispersé depuis 1965, avaient été regroupés et soutenus par le BMFT en 1977 dans le cadre d'un "Technologieprogramm zur HAW Verfestigung" [124], qui lui-même s'inscrivait dans le projet de doter la RFA d'un ensemble complet de retraitement et de gestion des déchets. La tutelle était conjointement exercée par le BMFT et par DWK[125].

120 Le dispositif était en fait plus complexe : Eurochemic supportait 100% des parties de l'AVB destinées à conditionner exclusivement ses déchets, 60% des parts communes à la vitrification des déchets Eurochemic et des futurs déchets belges, rien des installations exclusivement destinées aux déchets belges. On arrivait en moyenne à 60% du coût.

121 18,09% de $Al_2O_3$.

122 RAE 1983, 73.

123 Sources autres que les RAE : DWK (1985) ; HÖHLEIN G.,TITTMANN E., WIESE H. (1985).

124 Programme technique de solidification des déchets de haute activité.

125 En 1971, en liaison avec la création d'UNIREP (cf. 3e Partie, chap. 3), Bayer, Hoechst, Gelsenberg et Nukem avaient regroupé leurs intérêts dans le retraitement dans KEWA. Pendant l'été 1975, KEWA, qui était essentiellement alors une société d'ingénierie, s'associait avec les électriciens, regroupés pour l'occasion dans PWK, pour le projet d'usine de retraitement (P de l'abréviation pour Projektgesellschaft). Au premier trimestre 1977, PWK changeait de raison sociale, car l'installation d'un centre de gestion intégré des déchets (Integriertes Entsorgungszentrum) avait pris consistance à Gorleben, et devenait DWK (D pour Deutsche Gesellschaft). Les chimistes souhaitaient alors se désengager du retraitement et vendirent leurs parts dans KEWA à DWK, qui racheta également WAK en 1977. Se

DWK, filiale commune de 12 compagnies d'électricité allemandes, était en train de concentrer en ses mains toutes les activités de retraitement. Elle devait acquérir en juillet 1978 le terrain de Gorleben. Elle avait la même année repris les activités de vitrification de Gelsenberg et prolongea donc l'accord qui existait entre cette dernière et Eurochemic.

Une coopération entre l'industrie et le système de recherche public allemands avec Eurochemic

L'accord de coopération de 1978 entre Eurochemic, le BMFT et DWK fixait les modalités de l'association dans PAMELA. Eurochemic fournissait un site et était associée aux centres de R&D allemands, selon la structure montrée dans la Figure 138.

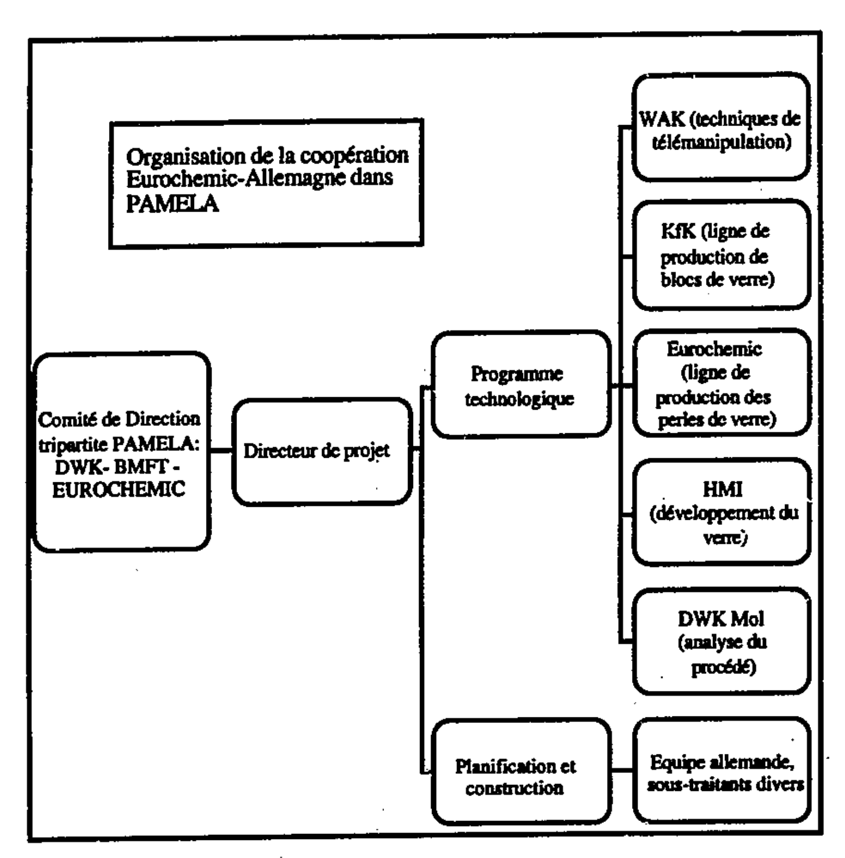



**Figure 138.** La structure d'Eurochemic associée aux centres de R&D allemands

Eurochemic était associée, à l'échelon du Comité de Direction du projet, à DWK et au BMFT, par son Directeur-adjoint Hubert Eschrich, lui-même de nationalité allemande. DWK et le BMFT finançaient entièrement, suivant une clé de répartition 20%-80%, la construction et l'exploitation de l'installation de démonstration et fédéraient les efforts de plusieurs institutions de recherche ou sociétés allemandes et belges ainsi que du département de recherche d'Eurochemic. Une filiale d'ingénierie de DWK s'établit à Mol, HAW-Technikum, appelée aussi DWK-Mol. Le programme technologique proprement dit réunissait l'usine-pilote et le centre nucléaire de Karlsruhe (WAK et le KfK), l'Institut Hahn-Meitner de Berlin (HMI), DWK-Mol et Eurochemic.

Les objectifs de PAMELA

L'objectif était de construire une installation de démonstration chargée de vitrifier les 64 m³ de LEWC d'Eurochemic. Ainsi Pamela servait-elle de pilote industriel pour l'unité de vitrification que l'on pensait alors édifier à proximité immédiate de la grande usine de retraitement allemande prévue à Gorleben.Le projet comportait également la démonstration de l'entretien et du démantèlement de ses principaux équipements, tous deux réalisés à distance, ce qui constituait une garantie en termes de radioprotection.

constituait donc autour des électriciens allemands un pôle de l'aval du cycle du combustible. KEWA devenait le centre d'ingénierie de ce pôle. Sources : Dépouillement d'*AtW*, en particulier SCHEUTEN G.H. (1985), pp. 362-363

Les travaux de R&D avancèrent parallèlement sur les différents sites :

- Un premier four en céramique fut expérimenté à Karlsruhe[126] à partir de 1977 et durant deux ans et demi vitrifia des solutions simulées. Il démontra la fiabilité du matériau céramique choisi comme garniture intérieure[127]. Il fut suivi d'un second qui travailla pendant deux ans avec des solutions identiques à celles issues de l'installation Eurochemic, puis d'un troisième à partir de 1982 qui, enfermé dans une cellule chaude simulée, était totalement télécommandé. On estimait la durée de vie d'un tel four à 2 ou 3 ans.
- Le HMI développa à Berlin des expérimentations sur la tenue des différentes qualités de verres borosilicatés, dans les fourchettes de composition suivantes :

Tableau 113. **Les différents types de verres borosilicatés expérimentés à Berlin**

| Composant | Pourcentage en poids (fourchette) |
|---|---|
| $SiO_2$ | 30 à 42 |
| $TiO_2$ | 3,2 à 8 |
| $Al_2O_3$ | 0 à 8 |
| $B_2O_3$ | 8 à 15 |
| CaO | 0 à 12 |
| $Na_2O$ | 16 à 22 |
| Effluents de haute activité (sous forme d'oxydes) | 15 à 30 |

- A Mol se développa une étroite coopération entre Eurochemic et DWK.Une équipe mixte travailla pendant toute cette période dans les laboratoires d'Eurochemic sur des segments du projet.

A partir de 1979, les activités de test des verres à Eurochemic se poursuivirent, non plus sur des verres phosphatés, mais sur des verres au borosilicate. L'équipe d'Eurochemic avait la responsabilité des essais sur la ligne de production des perles de verre de VITROMET et de son incorporation dans les matrices au plomb. Une installation pilote de production de perles de verre fut construite en 1980. Pendant 13 mois par exemple en 1981-1982, elle expérimenta une installation de production de perles de verre, à échelle réduite (Figure 139). L'équipe de DWK utilisait pendant le même temps le hall pilote du laboratoire de recherches pour construire un modèle à taille réelle du système d'alimentation, du four et des off-gas.

En 1982 devait s'opérer la jonction entre les deux équipes, celle d'Eurochemic s'occupant d'un pilote de production de perles de verre et de conditionnement du Vitromet en conteneurs à l'échelle réelle. Plusieurs campagnes de production se succédèrent entre 1982 et le premier trimestre de 1983. L'expérience acquise entraîna plusieurs modifications, allant dans le sens d'une simplification des mécanismes d'entraînement et de construction du disque rotatif. Elles portèrent aussi sur la géométrie du pot de production de perles de verre, dont le matériau fut défini, l'Inconel 690. Les tests confiés à Eurochemic cessèrent le 31 décembre 1983, alors que l'installation Pamela en était au stade des essais à froid.

La construction de PAMELA

*Les principes techniques* (Figure 140)

Techniquement PAMELA se distingue de l'AVM par plusieurs caractéristiques.

Le procédé utilise uniquement un four qui est garni intérieurement de briques céramiques et qui est chauffé par effet Joule au moyen d'électrodes métalliques en contact direct avec le verre en fusion. Les solutions à vitrifier sont introduites directement dans le four où s'opèrent en une seule opération, au contact de la masse de verre en fusion, l'évaporation de l'eau, la calcination des sels et la digestion du calcinat dans la masse de verre.

Le four peut indifféremment produire des blocs de verre ou des perles de verre destinées à constituer du VITROMET, ce dernier grâce à un dispositif de trop-plein. Si la quantité de verre par conteneurs est plus élevée dans le cas des blocs, l'enrobage des perles dans une matrice métallique, en assurant une meilleure dispersion de la chaleur, permet une concentration plus élevée de produits de fission par unité de volume de verre. Cette variante visait à expérimenter un conditionnement que l'on prévoyait alors d'utiliser pour la vitrification des déchets de très haute activité issus du retraitement des combustibles des surgénérateurs, notamment celui de Kalkar.

---

126 KRAUSE H. (1982), pp. 620-621.

127 30% $Cr_2O_3$, 30% $ZrO_2$, 30% $Al_2O_3$, 10% SiO.

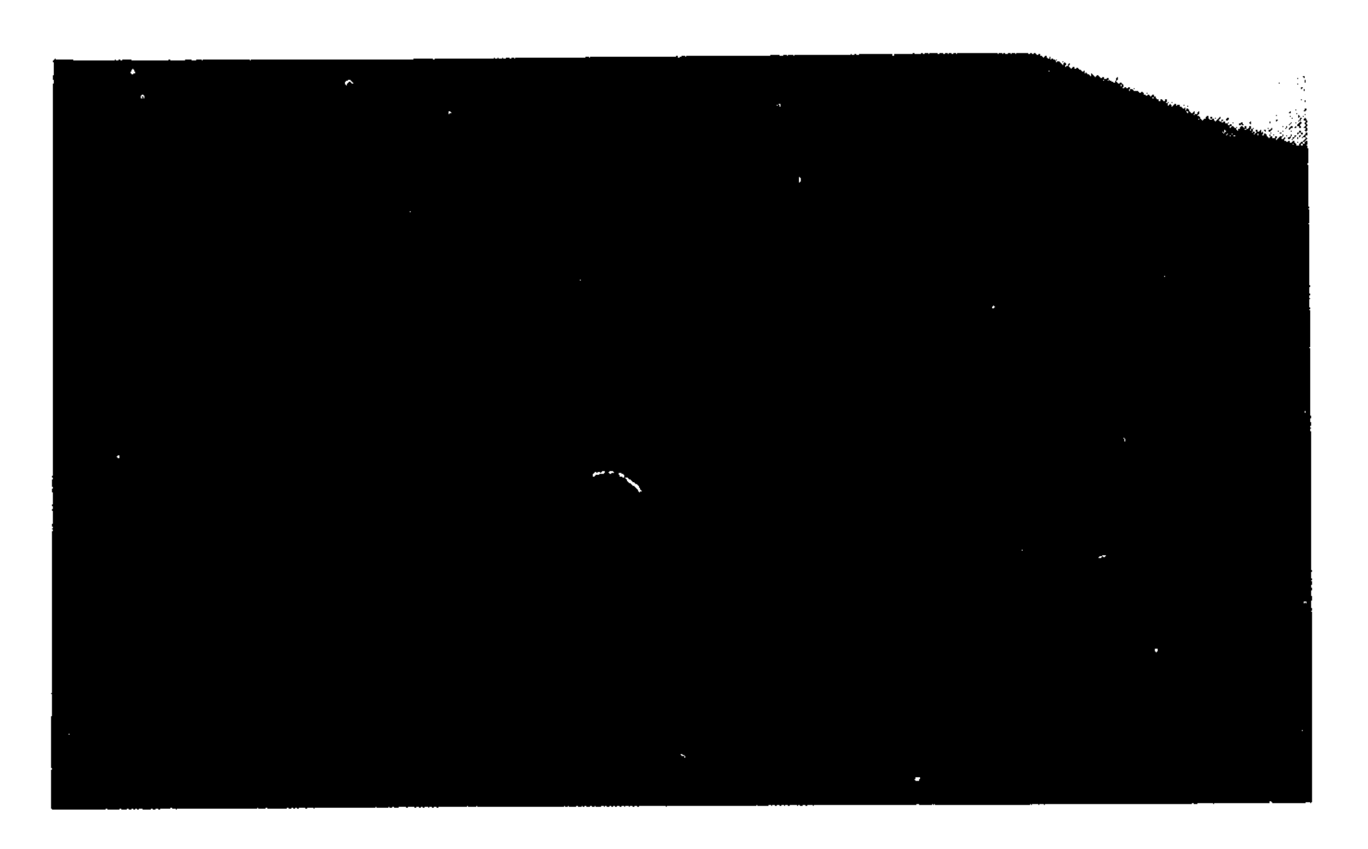




**Figure 139.** La production et le conditionnement dans le métal des perles de verre constituant le procédé VITROMET. En haut, le disque rotatif permettant le refroidissement des perles. En bas coupe d'un conteneur de Vitromet montrant la distribution des perles dans la matrice de plomb. Photographies prises pendant la période des tests fonctionnels à Eurochemic. (Source : RAE 1982, p. 58.)

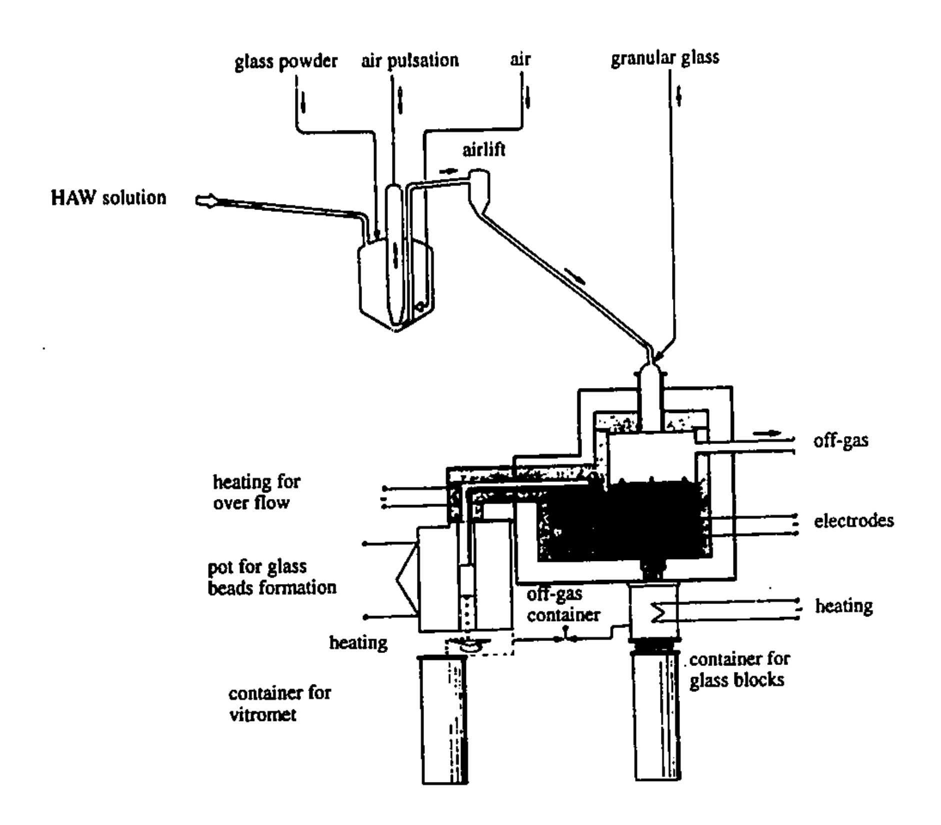



**Figure 140.** Schéma de principe du procédé de vitrification dans PAMELA. Les solutions de produits de fission mélangées à de la poudre de verre sont transférées dans le four en céramique à électrodes où s'opère la calcination et la fusion du verre. Une coulée de fond de four remplit le conteneurs de blocs, et une coulée de trop-plein permet la production de perles de verres. (Source : RAE 1982, p. 48.)

Compte-tenu du faible volume de LEWC disponible, il fut décidé de se servir de conteneurs de volume et de taille réduits, 59 litres et 30 cm de diamètre, pour en augmenter le nombre, afin d'accroître la quantité d'opérations à réaliser en aval du four et ainsi de mieux éprouver la fiabilité des procédés et des équipements mis en œuvre, tant en ce qui concernait la manutention que la soudure hermétique des couvercles, la décontamination, les contrôles de qualité, etc.

Les perles de verres étaient incorporées dans une matrice de plomb.

Les conteneurs étaient transférés automatiquement hors de la cellule de remplissage et étaient, après une période de premier refroidissement et après des vérifications de l'étanchéité, de la qualité des soudures et de l'absence de contamination extérieure, transférés vers l'installation de stockage intermédiaire.

*La coopération Eurochemic-Pamela lors de la construction du pilote de démonstration*

Pendant la période de construction, Eurochemic coopéra avec DWK pour les branchements, en particulier pour la construction des conduites d'acheminement des effluents des cuves de stockage vers l'unité de vitrification.

Si l'édification de Pamela fut financée entièrement par DWK et le BMFT, la présence de l'ancienne installation de retraitement Eurochemic la facilitait grandement. Pamela put en particulier bénéficier du transfert de la licence d'exploitation accordée à Eurochemic par l'Arrêté royal du 9 avril 1981, après que la construction eut été permise par la Commune de Dessel le 15 décembre 1980. Une telle autorisation aurait nécessité des délais beaucoup plus longs, avec un résultat probablement plus hasardeux, si l'unité de démonstration avait dû être érigée en RFA.

Les travaux commencèrent le 4 août 1981, les travaux de génie civil furent achevés le 28 février 1983. Pamela est un bâtiment autonome situé à l'est de l'usine de retraitement, qui mesure 58 m de long, 30 m de large et 25 m de hauteur, formant un volume de 32 450 $m^3$ (Figures 141 à 145). L'équipement fut entièrement installé le 31 juillet 1984. Les essais à froid durèrent jusqu'au 30 septembre 1985. Le conditionnement des effluents de haute activité d'Eurochemic commença donc alors que Belgoprocess venait de reprendre la gestion du site.



**Figure 141.** Vue d'ensemble du bâtiment PAMELA à la fin des travaux de génie civil en 1984. En arrière-plan le bâtiment de stockage des conteneurs commence à sortir de terre. (Source : cliché DWK.)

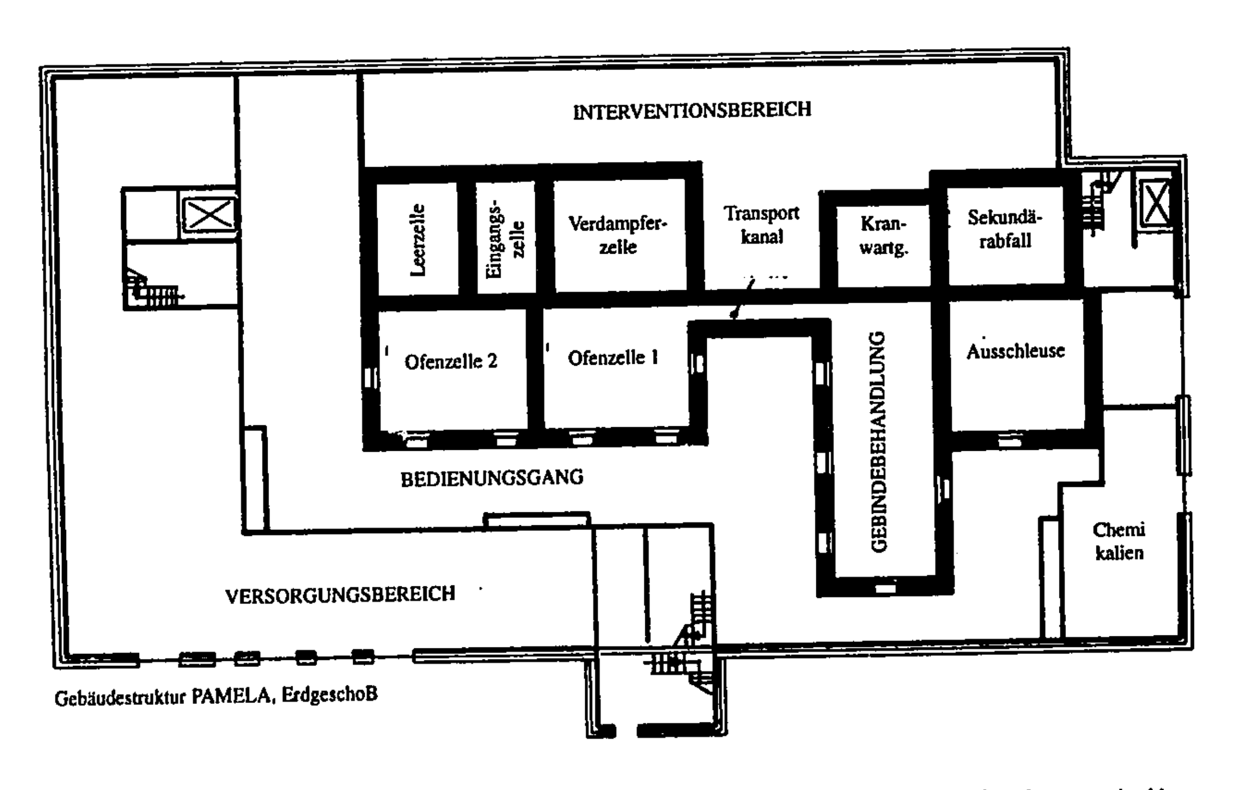



**Figure 142.** Plan du rez-de-chaussée de l'installation PAMELA. Les cellules chaudes sont isolées de l'extérieur par des zones d'intervention ou de service. Deux cellules sont prévues pour le four en service et le four de remplacement. La cellule de manipulation des conteneurs ("Gebindebehandlung") est reliée à la celllule du four en service par un corridor de transport. (Source : DWK (sans date), p. 23.)

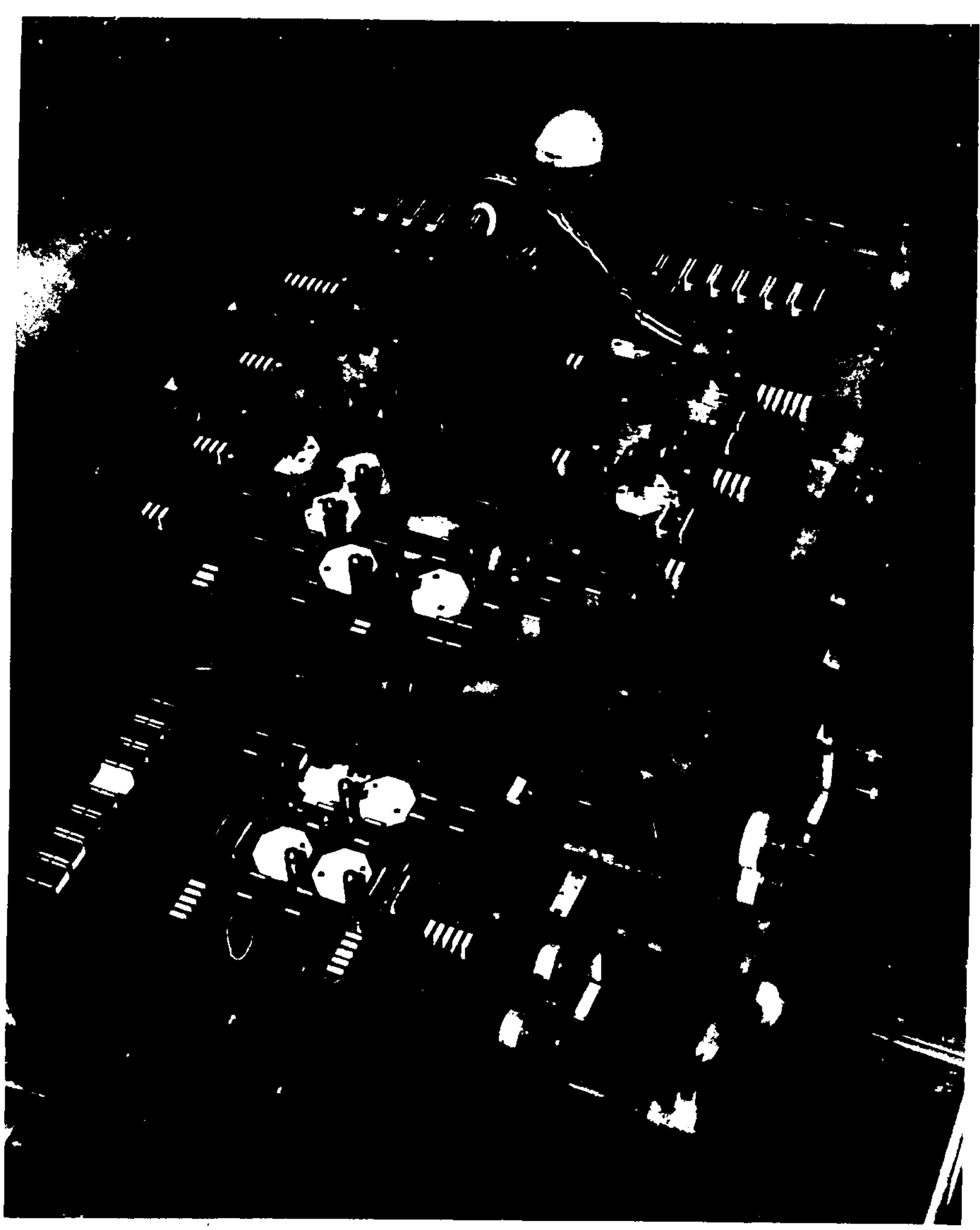


**Figure 143.** Un ouvrier de DWK juché sur le toit du four installé dans sa cellule effectue des travaux d'installation avant le début des tests. (Source : Cliché DWK.)

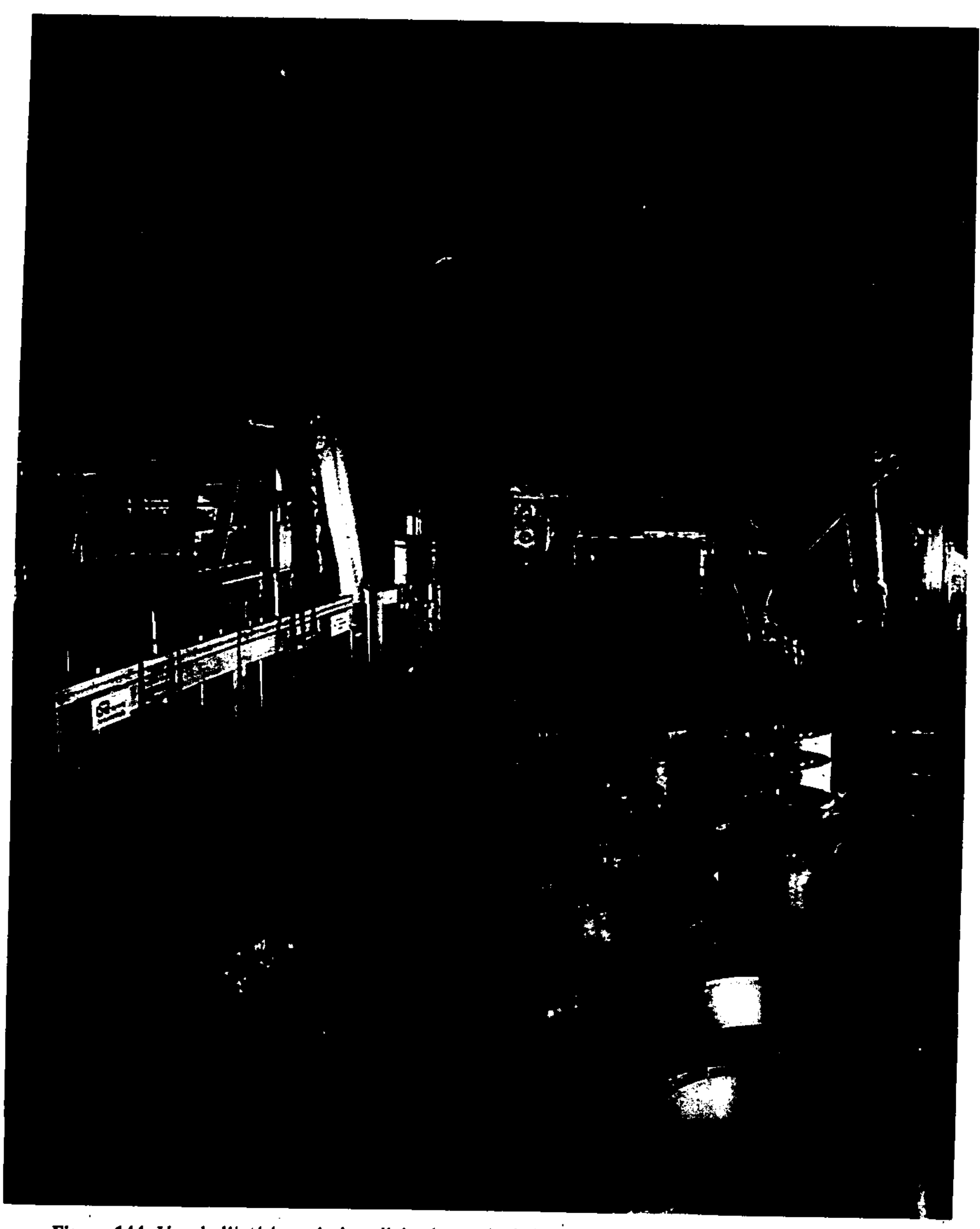


**Figure 144.** Vue de l'intérieur de la cellule de manipulation des conteneurs, prise au niveau du départ du corridor de transport avant la mise en actif. Au centre se trouvent les dispositifs de stockage et de refroidissement temporaire, au fond, devant le hublot et sous les bras du télémanipulateur sont posés les conteneurs en attente. A gauche on distingue deux stations de décontamination à chargement par le haut. La cellule est desservie par deux ponts roulants, cheminant le long de deux paires de rails distinctes. (Source : DWK (1985), p. 23.)

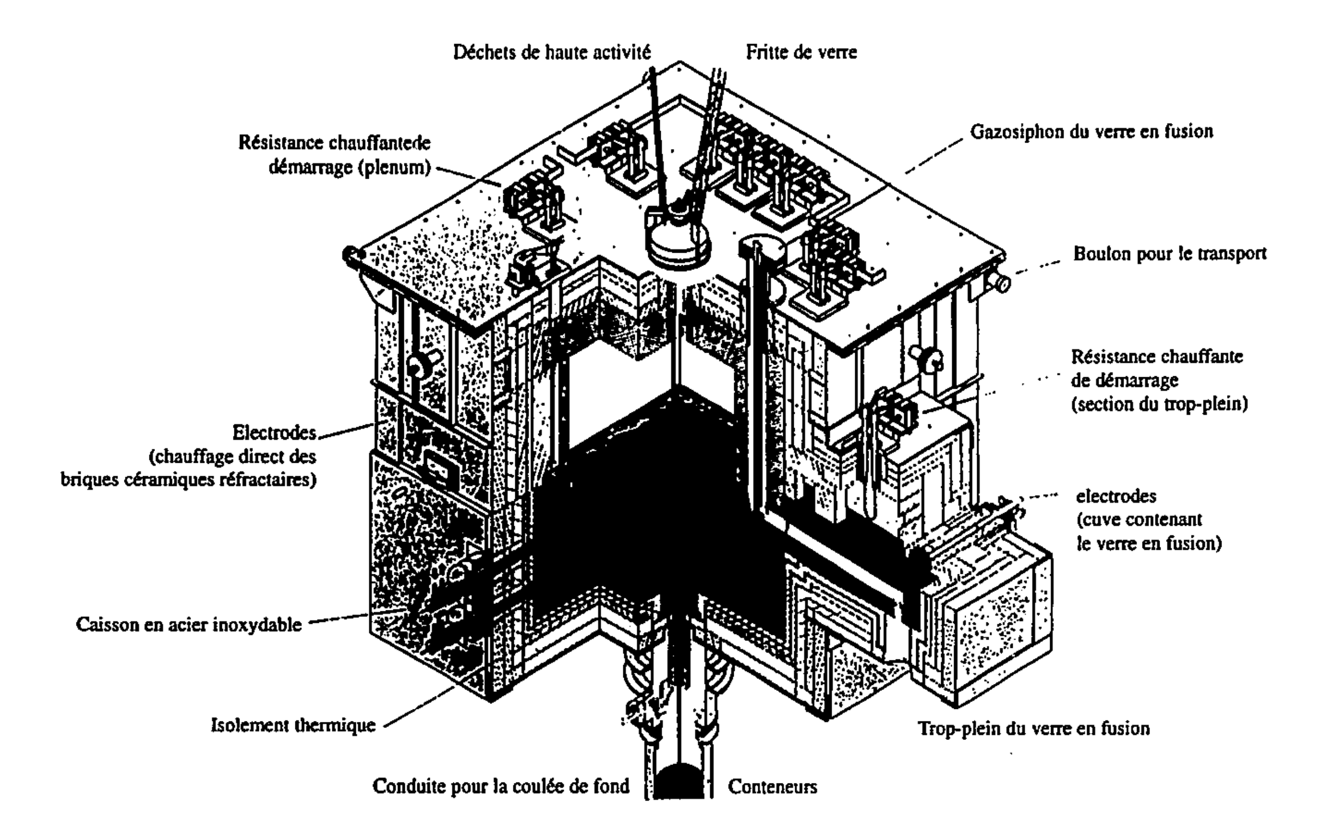



**Figure 145.** Principaux éléments constituant le four de PAMELA. (Souce : DEMONIE M., WIESE H. (1990), figure 3.)

Le coût global de la construction de Pamela s'était établi à 108 M DM. Les entreprises belges avaient coopéré aux travaux pour un chiffre d'affaires de 30 M DM, soit un peu moins de 30%. Pamela était donc bien un pilote de démonstration allemand établi en terre belge.

*Le bâtiment 29 de stockage des déchets vitrifiés par Pamela* [128]

Si la construction de Pamela relevait d'un financement allemand, il n'en était pas ainsi de l'unité de stockage intérimaire des déchets vitrifiés provenant du traitement des effluents d'Eurochemic.

Une première étude des installations de stockage des déchets Eurochemic de l'AVB et de Pamela avait été réalisée pour le compte d'Eurochemic en 1981 par Belgonucléaire. Cette dernière fut chargée de la construction qui commença en juillet 1983. Par rapport au projet initial cependant, les incertitudes concernant la reprise du retraitement par la Belgique et donc la construction de l'AVB avaient entraîné deux importantes modifications du projet ; un changement de localisation, puisqu'on se rapprochait de Pamela (à 52 m au Nord) et une réduction de taille, puisqu'il ne s'agissait plus que d'un élément de l'installation, destiné aux seuls conteneurs vitrifiés par Pamela. Cet ensemble devait cependant être extensible au stockage des conteneurs de vitrification des HEWC. Il fut donc conçu comme modulaire.

Les travaux de génie civil étaient pratiquement achevés à la fin de 1984 et l'installation put recevoir les premiers conteneurs de verre produits dans Pamela à partir du 1er octobre 1985. Belgoprocess en était donc désormais l'exploitante.

La construction, qui ressemble beaucoup à celle qui est adjacente à l'AVM, mais qui est, à Mol, un bâtiment construit au-dessus du sol en raison du niveau élevé de la nappe phréatique et totalement séparé de l'atelier de vitrification – la durée d'utilisation de ce dernier étant nettement plus limitée que celle du stockage – comporte un hall de réception des conteneurs en provenance de Pamela, une machine de déchargement télécommandée du château de transport qui est en même temps la machine de chargement des conteneurs dans les puits ventilés enfermés dans une cellule de stockage (Figures 146 et 147). Les conteneurs sont empilés à six par puits. Le système de refroidissement, à ventilation forcée, est réglé pour que la température de la cellule ne

[128] Voir plan et premier bilan du stockage in DE CONINCK A., DEMONIE M., CLAES J. (1986).

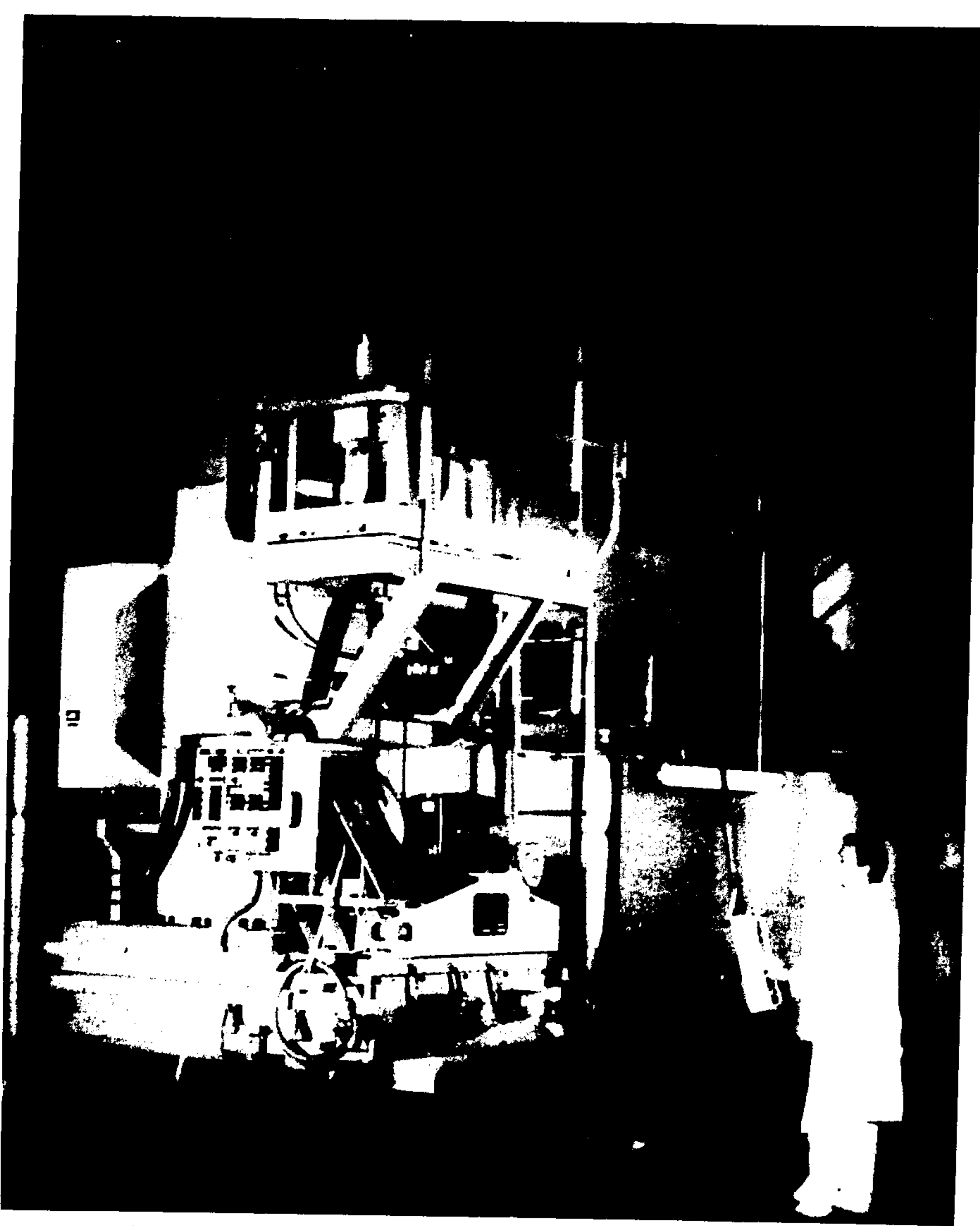


**Figure 146.** Un opérateur positionne à distance la machine de chargement au-dessus des bouchons étanches de fermeture des puits de stockage du bâtiment 29. (Source : Archives Belgoprocess.)

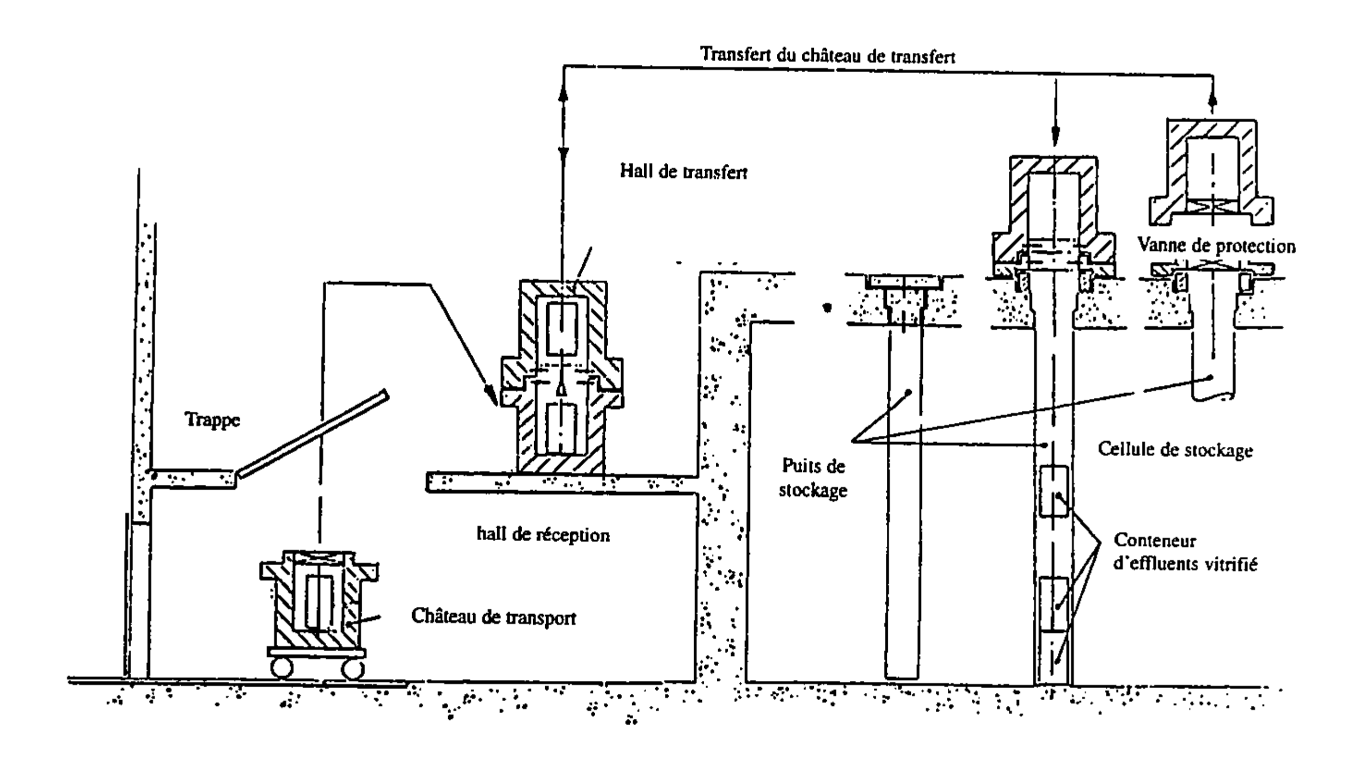



**Figure 147.** Schéma de principe des opérations de transfert des conteneurs d'effluents vitrifiés, de PAMELA au bâtiment de stockage temporaire (bâtiment 29). Le château de transport en provenance de PAMELA est soulevé dans le hall de réception. Le conteneur passe du château à la machine de chargement-déchargement. Cette dernière est mise en position par télécommande au-dessus d'un des puits de stockage, et le conteneur est alors descendu dans son logement pour au moins 50 années de refroidissement. (Source : RAE 1984, p. 47.)

dépasse pas 50°C. Il est prévu que les conteneurs soient stockés au moins 50 ans de cette manière, la diminution de l'activité permettant alors d'envisager une évacuation dans un site géologique profond.

Le fonctionnement de Pamela pour le compte d'Eurochemic. La vitrification des LEWC [129]

L'unité de vitrification fonctionna avec 50 personnes, dont 18, réparties en 6 quarts, étaient affectées directement aux lignes de production de verre, qui fonctionnaient en permanence lors des campagnes.

Le 23 août 1985 fut opéré le premier transfert de solution et la première campagne de vitrification débuta le 1er octobre pour s'achever le 4 décembre.

L'activité des 48,9 m$^3$ de LEWC provenant des 181 t d'uranium retraités par Eurochemic était alors d'environ 7,9 M Ci, sur un total de 11,9 pour l'ensemble des effluents de haute activité. Leur vitrification permettait donc la stabilisation de la plus grande partie de la radioactivité encore présente sur le site. Elle se fit dans des conditions très satisfaisantes entre octobre 1985 et mai 1986.

22,5 m$^3$ de déchets furent vitrifiés pendant la première campagne. Les 30,6 t de blocs de verre en résultant furent conditionnées dans 199 conteneurs stockés dans le bâtiment 29 [130]. Deux autres campagnes suivirent du 13 janvier 1986 au 14 mars et du 3 avril au 1er mai, la dernière produisant du VITROMET. Elles achevèrent la vitrification des LEWC.

Le prix à payer par Eurochemic fut de 15,6 M DM, soit 319 DM par litre.

La vitrification des 48,9 m$^3$ de LEWC d'Eurochemic produisit en tout 540 conteneurs. 440 renfermaient des blocs de verre, 100 du Vitromet. Le volume du verre représentait 30 m$^3$ et 77,7 t. La Figure 148 synthétise

[129] Pour un bilan la campagne LEWC, cf. TITTMANN E., SCHEFFLER K. (1987).

[130] CL/M(85)3.CL(86)5.

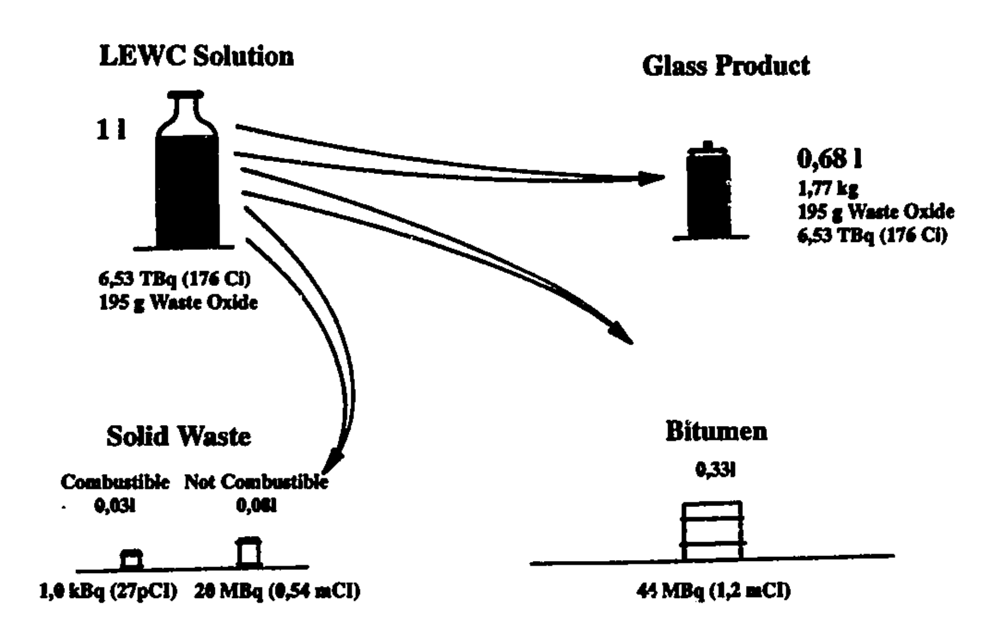



**Figure 148.** Bilan de la vitrification d'un litre de solution de concentrats d'effluents de haute activité (HEWC) issu du retraitement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi. (Source : KAUFMANN F., WIESE H.(1987), p. 287.)

le bilan matière de la vitrification d'un litre de LEWC. La vitrification diminuait le volume des déchets, puisque pour 1 litre de LEWC étaient produits 0,68 l de verre, d'un poids de 1,77 kg. Y étaient captifs 195 g de déchets radioactifs, d'une activité de 176 Ci. Mais une petite quantité de déchets secondaires avaient été produits, dans la proportion de 0,44 l par litre d'effluent. Suivant leur nature ils passaient dans les unités de traitement existant sur le site.

La vitrification des HEWC, qui, dans leurs 800 m³, contenaient environ 4 millions de Ci, se fit dans un contexte quelque peu différent.

### *La belgisation de PAMELA et la vitrification des HEWC d'Eurochemic*

#### *L'abandon de l'AVB et l'adaptation de PAMELA aux HEWC – 1983-1986*

Les incertitudes pesant sur la reprise du retraitement avaient conduit le Comité technique et le Conseil des liquidateurs à envisager dès mai 1983 [131] des scénarios de repli pour faire vitrifier les HEWC dans Pamela. En 1984 [132] le Comité technique recommandait d'engager 50 M FB sur 1984 et 1985 pour permettre, avant la mise en service de PAMELA, des «mesures qui faciliteront les modifications requises pour le traitement du HEWC»[133]. Au cas où l'AVB se ferait, «ces dépenses pourraient être considérées comme une sorte de «prime d'assurance»». Des contacts furent pris entre le BMFT, DWK et Belgoprocess à Bonn pour explorer plus avant le scénario le 15 mars 1985 [134]. DWK exprima son accord pour donner la priorité au retraitement des HEWC dans le plan de charge ultérieur de Pamela et démarra une étude sur les frais de modification. Une première estimation présentée fin mai se montait à 74,8 M DM pour les transformations et à 22,6 M DM pour le coût opérationnel, le travail nécessaire étant estimé à 55 hommes année, réparti sur cinq années et demi.

---

[131] CL(83)6,§7.

[132] CL/M(84)3, p. 3.

[133] Il s'agit essentiellement de la séparation du mercure et du passage des conteneurs de 50 l à des conteneurs de 150 l.

[134] CL/M(85)1,p. 5.

En juin 1985[135], une note du gouvernement de la RFA précisait les coûts du traitement des HLW pour Eurochemic suivant le scénario de la mise en service conjointe de l'AVB et de Pamela d'une part, du seul fonctionnement de Pamela d'autre part, et mettait en évidence une économie de plus d'un milliard de FB dans le second cas. Nous avons vu plus haut le rôle de cette estimation et des concessions allemandes dans la signature de l'accord forfaitaire qui se négociait alors.

*L'accord germano-belge du 27 juillet 1986*

Le 27 juillet 1986 un accord de coopération était signé entre Belgoprocess et DWK. Il comportait essentiellement quatre clauses prévoyant :

- le transfert de propriété de l'installation à Belgoprocess ;
- la vitrification par Pamela des HEWC d'Eurochemic ;
- la vitrification ultérieure de 100 m3 d'effluents de haute activité en provenance de WAK, l'installation pilote de retraitement de Karlsruhe ;
- les modalités du transfert d'expérience de la vitrification pour l'installation prévue à Wackersdorf. DWK obtenait en particulier la garantie que ses salariés pourraient garder des postes de responsabilité dans l'installation désormais belge.

Cet accord entra en vigueur le 16 août 1986 et entraîna l'intégration, sous l'égide de Belgoprocess, des équipes belges et allemandes travaillant dans l'unité.

Plus largement il mettait fin à une situation qui apparaissait de plus en plus anormale, celle d'une installation allemande fonctionnant en territoire belge. Elle permettait à Belgoprocess de disposer d'un équipement complet de traitement des déchets radioactifs.

En ce qui concerne Eurochemic, cette mesure laissait envisager, dans des délais raisonnables, le conditionnement des 800 $m^3$ d'effluents encore présents sous forme liquide sur le site.

*La vitrification des HEWC* (Figure 149) *et le démontage à distance du four*

Les travaux d'adaptation

La composition chimique de ces effluents était assez différente de celle des LEWC et posait des problèmes particuliers, même si l'activité des HEWC était bien moindre que celle des LEWC, puisqu'elle se montait à 4,43 Ci au litre en moyenne contre 176 Ci. De plus, alors que les LEWC contenaient surtout du sodium, à raison de 46 g/l ainsi que du fer avec 15 g/l, les HEWC étaient surtout composés d'aluminium, 45 g/l, et contenaient du mercure à raison de 2 g/l. Ce dernier devait être préalablement éliminé des solutions car il n'est pas vitrifiable.

Les travaux d'adaptation, qui étaient dans l'accord estimés à 3 % des coûts de construction, furent réalisés entre mai 1986 et septembre 1986.

Les campagnes de vitrification des HEWC

Les campagnes de vitrification des 800 $m^3$ de HEWC produits par le retraitement des 30,6 T d'alliage MTR débutèrent le 1er octobre 1986 par des tests préliminaires, et les solutions commencèrent à être vitrifiées en janvier 1987, alors qu'était bâtie une extension du bâtiment 29 (29B) destinée à stocker les conteneurs supplémentaires.

Le démontage du premier four et son remplacement

Le programme de démonstration Pamela comportait, outre la vitrification, l'expérience de démontage à distance du four et d'installation d'un nouveau four. Il s'agissait là de démontrer la faisabilité et l'économie en termes de doses du principe d'entretien à distance et de standardisation qui devait être à l'œuvre dans toute l'usine de Wackersdorf[136].

Le bon fonctionnement du premier four permit d'en prolonger l'existence jusqu'au 6 mai 1988, alors que son changement avait été prévu à la fin de 1987.

A cette date le four avait vitrifié, outre les LEWC, 218 $m^3$ de solutions HEWC, incorporées dans 129,6 tonnes de verre.

---

[135] CL(85)10.

[136] Cf. 5e Partie, chap. premier.

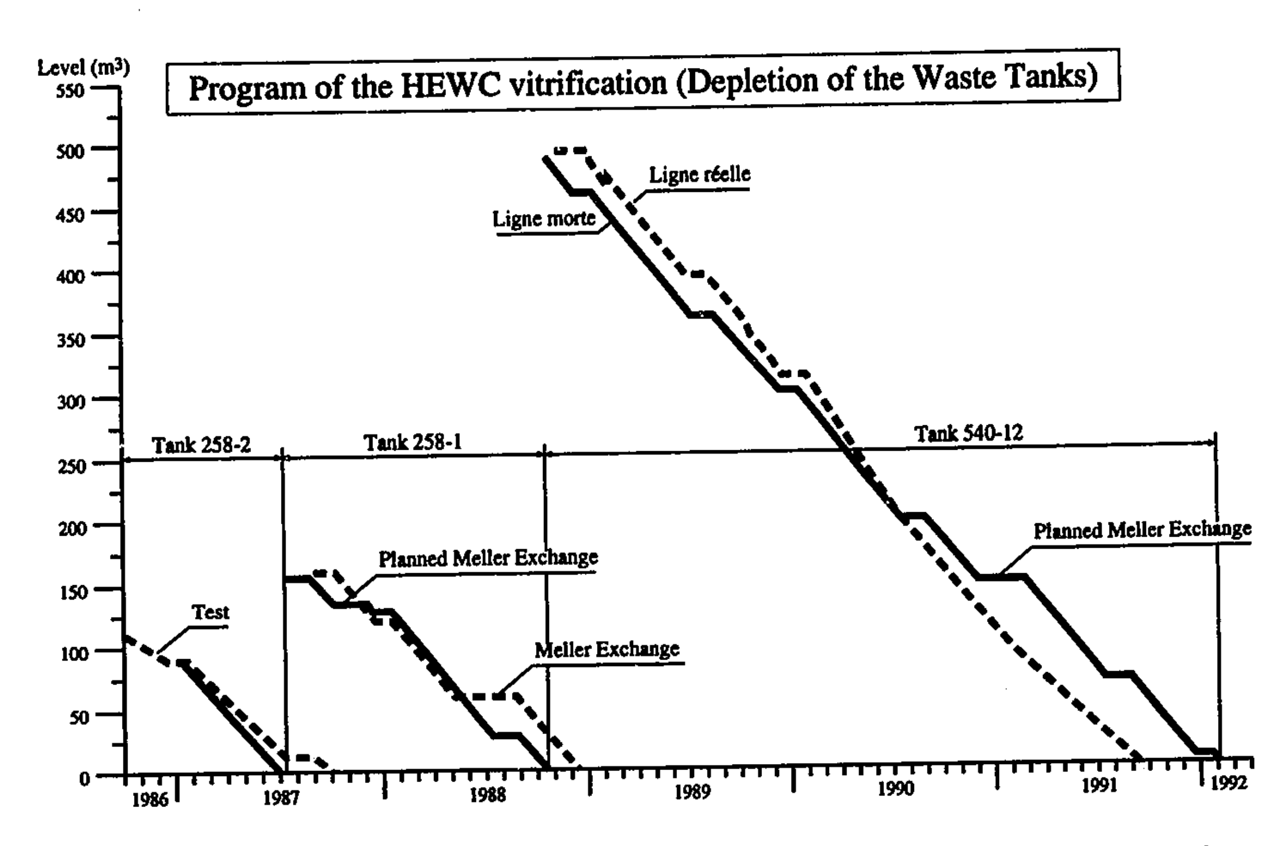



**Figure 149.** Rythme de vitrification des concentrats d'effluents de haute activité issus du retraitement des combustibles à uranium hautement enrichi (HEWC) dans l'installation PAMELA, mesuré par la baisse du niveau des trois réservoirs de stockage des HEWC. En traits pleins les objectifs, en pointillé l'évolution réelle. (Source: Document interne PAMELA, complété par KUHN K.-D., WIESE H., DEMONIE M. (1991), p. 274 jusqu'à la fin de janvier 1991 et prolongé en fonction de la date de fin des opérations de vitrification le 5 septembre 1991.)

Cependant des problèmes étaient apparus : corrosion progressive des électrodes du bain de verre, dépôts de métaux nobles -platine en particulier- sur le fond plat du four. Les arrêts programmés avaient aussi joué un rôle, le réamorçage par des frittes de verre spéciales avait permis au four de tenir, mais limité sa durée de vie à deux années et dix mois.

Le remplacement à distance du premier four et l'installation du second prirent neuf semaines.

Achèvement de la vitrification et bilan global de la vitrification des HEWC

Le second four, identique au premier, fut mis en service en août 1988 et permit de vitrifier le reste des HEWC en avance sur le planning. Un nouveau remplacement prévu apparut inutile. Le troisième four livré resta donc inutilisé et la vitrification s'acheva le 5 septembre 1991. Le Tableau 114 compare les caractéristiques des deux campagnes LEWC et HEWC. Le bilan matière est présenté en Figure 150. La présence d'une importante quantité d'aluminium fut un facteur limitant l'incorporation des produits de fission, malgré leur moindre activité par litre de solution.

*PAMELA après Eurochemic*

Le principe de la vitrification des effluents de haute activité de WAK dans Pamela avait été, on l'a vu, adopté par l'accord de 1986. A cet effet, fut entreprise en 1988 l'étude d'installations de réception et de stockage des déchets. Tout le processus fut cependant bloqué par les conséquences de l'affaire Transnuklear[137]. La vitrification bute encore aujourd'hui sur les problèmes de transport. Pamela est ainsi en attente, et certaines de ses cellules servent à des travaux de démantèlement ou de conditionnement à distance (cf. infra le projet HAVA).

137 Sur l'affaire Transnuklear et la crise qui en résulta tant en Allemagne qu'en Belgique, cf. la chronologie de la quatrième Partie qui en détaille l'évolution.

Tableau 114. **Bilan comparé de la vitrification des effluents de haute activité au 15 février 1991.**
***(Source: Kuhn K.-D, Wiese H., Demonie M. (1991), p. 274.)***

| | LEWC Campaign 1/10/86 - 12/6/86 | HEWC Campaign 1/10/86 - 15/2/91 | Total |
|---|---|---|---|
| Vitrified Waste Solution ($m^3$) | 47.2 | 752.4 | 799.6 |
| Alpha-Activity in the Feed (Bq) | 1.28 E15 | 2.75 E14 | 1.55 E15 |
| Beta-Activity in the Feed (Bq) | 2.78 E17 | 4.10 E17 | 6.88 E17 |
| Waste Oxides (t) | 7.7 | 80.8 | 88.5 |
| Glass Product (t) | 77.8 | 377.2 | 455.0 |
| Content of Waste Oxide (%) | 9.9 | 21.98 | - |
| Container Filled 60 l | 542 | 939 | 1481 |
| 150 l | - | 605 | 605 |
| Time Availability (%) | 88 | 92 | - |
| Efficiency (%) | 69 | 97 | - |
| Emission Alpha-Activity (Bq) | 4.4 E3 | 3.4 E3 | 7.8 E3 |
| Emission Beta-Activity (Bq) | 3.4 E6 | 2.7 E5 | 3.67 E6 |
| Cumulative Doste Rate (mSv) | 40 | 300 | 340 |

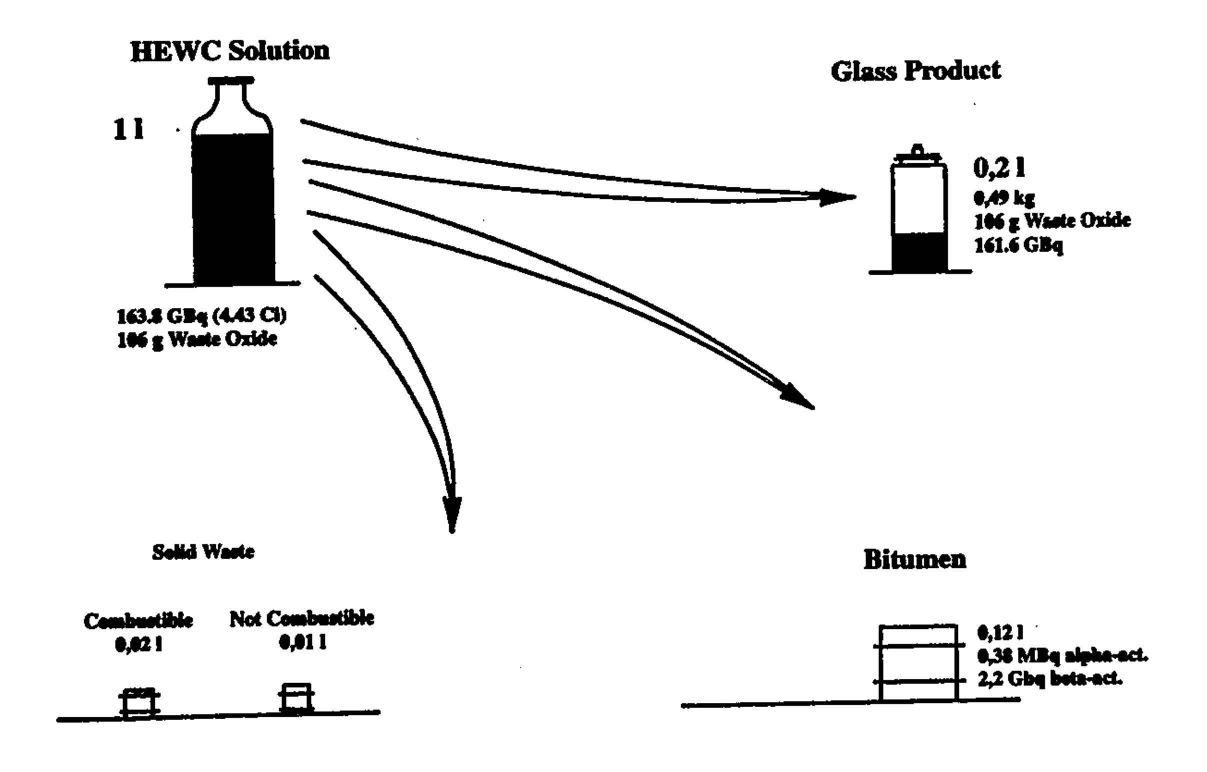



**Figure 150.** Bilan de la vitrification d'un litre de solution de concentrats d'effluents de haute activité (HEWC) issu du retraitement des combustibles à uranium hautement enrichi. (Source : DEMONIE M., WIESE H.(1990), figure 2.)

*Vue d'ensemble sur l'exécution du programme de conditionnement des déchets d'Eurochemic*

Le programme de stabilisation des déchets générés par le retraitement et la décontamination des installations est donc achevé depuis le 5 septembre 1991. Les déchets et effluents qui n'ont pas été évacués dans l'océan ont été bétonnés, bitumés ou vitrifiés. Le tableau 115 tente de synthétiser l'ensemble des opérations et programmes qui furent nécessaires pour obtenir ce résultat.

Les deux dernières lignes du tableau correspondent à deux types de déchets particuliers.

Tableau 115. **Vue d'ensemble des opérations et des programmes de gestion des déchets d'Eurochemic**

| Catégorie de déchet: nature | Nom de l'installation ou du traitement. Forme institutionnelle Responsable Eurochemic | Nom du traitement et type de traitement | Début du traitement | Fin du traitement |
|---|---|---|---|---|
| Faible activité: Effluents | STE (Bâtiment 8) et STE CEN/SCK Coopération bilatérale Eurochemic-CEN/SCK | stations de traitement des effluents | traitement au fur et à mesure de la production | s.o. |
| Faible activité non alpha: Solides combustibles et incombustibles | bâtiment 23 et stockage au CEN/SCK jusqu'en 1982<br>bâtiment 23 et stockage dans le bâtiment 50 | incinération ou compactage, conditionnement en vue de l'immersion en mer<br>conditionnement et stockage intermédiaire sur le site | 1969<br>1982 | dernière campagne d'immersion en 1982 |
| Faible et moyenne activité alpha: Solides, en provenance des installations de production et de purification du plutonium | ALONA Coopération Eurochemic/Belgique (Belgoprocess)/Allemagne (KfK, Uni Darmstadt, Nukem)/Euratom Eschrich, Van Geel,Swennen | tri sélectif, prétraitement et digestion acide | juin 1980 (prétraitement), 28 février 1983 | juillet 1985 |
| Moyenne activité: Solvant contaminé | EUROWATT Eurochemic/ SGN Van Geel, Humblet | décomposition thermique | 3 novembre 1980 | 13 mars 1981 |
| Moyenne activité: Solides | bâtiment 23 Eurochemic-Belgoprocess | cellule d'enrobage dans le béton (Bâtiment 23). Bitumage exceptionnel | 1980 | Toujours en fonctionnement |
| Moyenne activité: Concentrats de -solutions de dégainage (JDWC), -concentrats d'effluents chauds (HWC), -concentrats de solutions de rinçage et de décontamination | EUROBITUM-EUROSTORAGE Eurochemic-Belgonucléaire-Comprimo Hild | Prétraitement chimique et bitumage des boues, stockage intermédiaire | juin 1978 | toujours en fonctionnement fin 1984 pour les déchets Eurochemic |
| Haute activité: Effluents LEWC | PAMELA Eurochemic/ Belgique(Belgoprocess)/ Allemagne( BMFT, DWK, KfK, HMI et al.) Eschrich (Vitromet: Van Geel) | vitrification continue en four céramique, production de blocs ou de Vitromet, stockage intermédiaire ventilé. PAMELA et bâtiment 29 | 1er octobre 1985 | 1er mai 1986 |
| Haute activité: Effluents HEWC | Les mêmes sauf Eurochemic | cf. supra | 3e trimestre 1986 | 5 septembre 1991 |
| Haute activité: Déchets solides de retraitement en piscine | Belgoprocess | toujours stockés en piscine. Projet HAVA (Hoog aktieve vaste afval), découpage et cimentage dans une cellule de Pamela | 1995 | - |
| Niveaux d'activité divers: Déchets solides des bâtiments et de l'équipement de retraitement | Eurochemic<br>Belgoprocess | décontamination des surfaces /démontages d'équipements (cf. 4e Part., chap. premier)<br>expérience pilote de démantèlement (cf. infra)<br>démantèlement (cf. infra) | 1976<br>1987<br>1990 | 1980<br>1990<br>2005 ? |

Le premier est constitué des déchets solides de haute activité stockés dans la piscine construite pour eux en 1968. Ils font l'objet d'un projet de bétonnage dans une cellule de Pamela, inutilisée en attendant la livraison des effluents de haute activité de WAK. C'est le projet dit HAVA, qui est réalisable à court terme.

Le second concerne l'ensemble des bâtiments de retraitement, qui étaient restés en "stand-by" depuis l'achèvement des opérations de décontamination et de démontage en janvier 1980 [138].

Le problème, qui n'avait pas été abordé lors de la négociation de l'accord forfaitaire pour les raisons qui ont été évoquées, venait à l'ordre du jour au lendemain de la renonciation officielle au retraitement du 22 décembre 1986.

**Les débuts du démantèlement des installations de retraitement**

***Le plan général de démantèlement de 1987***

La décision définitive d'abandonner le retraitement entraîna la mise en route d'un programme de démantèlement confié à l'ONDRAF. Un rapport sur les questions techniques et financières fut remis en juillet 1987 [139]. Il estimait à 11 milliards de FB le coût total de l'opération, dont 5,725 milliards FB [140] pour les installations non utilisées à l'époque et constituant la première tranche des travaux à réaliser. Il s'agissait de l'usine de retraitement (bâtiment 1), de son laboratoire d'analyse (3), de l'installation de stockage des produits finals issus du retraitement (6A et 6B), ainsi que des réservoirs de stockage des effluents liquides de haute et moyenne activité (5, 22, 21 et 24).Le coût de gestion de la totalité des déchets était estimé à 10 milliards de FB, une dépense répartie sur une période de l'ordre de 50 années, l'évacuation en stockage géologique n'étant pas envisagée avant 2030.

Pour la main-d'œuvre, les besoins étaient estimés à 835 personnes-ans, et les frais à 54% du coût total. La limite de dose envisagée pour l'étude était de 30 mSv/an maximum. Les seuils de radioactivité à atteindre en surface étaient fixés à 108 $10^{-12}$ Ci/$cm^2$ bêta-gamma et 10,8 $10^{-12}$ Ci/$cm^2$ alpha (4 et 0,4 Bq).

Compte tenu de ces paramètres, une estimation détaillée des quantités de déchets radioactifs générés par le démantèlement de la première tranche fut élaborée. Les quantités de déchets radioactifs primaires étaient de l'ordre de 4600 t et se répartissaient suivant le tableau suivant. Il s'agit essentiellement de déchets solides, parmi lesquels un peu plus de 260 t devaient être traités comme des déchets de haute activité, notamment en raison de leur teneur en plutonium.

Tableau 116. **Production de déchets radioactifs primaires prévue dans le plan de démantèlement de 1987**

| Type de déchets | Nature | Quantité |
|---|---|---|
| Déchets primaires | | |
| à évacuer dans des formations géologiques profondes (teneur en émetteurs alpha supérieure à 10 Ci/t de déchets conditionnés) | déchets métalliques | 230,6 t |
| idem | déchets en béton | 30 t |
| idem | déchets spéciaux | 12 $m^3$ |
| à enfouir dans le sol à faible profondeur (teneur en émetteurs alpha inférieure à 10 Ci/t de déchets conditionnés) | déchets métalliques | 1095,3 t |
| idem | déchets en béton | 3235 t |
| idem | déchets spéciaux | 180 $m^3$ |
| Déchets secondaires (de faible activité ou inactifs) | | |
| idem | effluents liquides de faible activité | 14 171 $m^3$ |
| idem | déchets combustibles | 903 $m^3$ |
| idem | déchets compactables | 10 412 filtres |
| idem | effluents liquides inactifs | 40 083 $m^3$ |

[138] La mise en "stand-by" nécessitait le maintien de la ventilation.

[139] FREROTTE M. (1987), pp. 70-71.

[140] OCDE (1991), p. 83-85, et 89 à 93. Soit 172,9 M $ de janvier 1990. L'estimation comprenait tous les coûts, de la préparation du déclassement au nettoyage et au réaménagement du site, mais ne comptabilisait pas les «coûts liés à la partie terminale du cycle du combustible» (stockage final), ni les coûts de démolition du bâtiment principal suivant les méthodes classiques de démolition. L'estimation incorporait une marge de 30% pour «imprévus».

Sur la part du démantèlement par rapport aux investissements initiaux et au coûts de fonctionnement, voir infra.

***L'expérience pilote de démantèlement des bâtiments 6A et 6B***

Si l'étude de juillet 1987 proposait un plan complet de démantèlement, elle mettait cependant en avant les nombreuses incertitudes de coût pesant sur les estimations et préconisait une expérience pilote allant jusqu'au niveau 3 sur les bâtiments 6A et 6B, alors désaffectés[141].

Les coûts estimés, déduits de l'étude générale, se montaient à 94,74 M FB, dont 21,86 M FB pour imprévus. Ils étaient scindés en postes. Le but de l'expérience pilote était à la fois de démontrer la faisabilité technique du déclassement et de comparer les coûts réels à ceux prévus.

L'expérience pilote de déclassement des deux bâtiments débuta dès 1987 [142].

*La situation de départ*

Les deux bâtiments servaient au stockage du nitrate d'uranyle, du dioxyde de plutonium et des solvants usés. Leur volume était de 3290 $m^3$, la surface de béton de 4860 $m^2$ et les bâtiments comprenaient 946 $m^3$ de béton, 23,485 t d'équipement de procédé et 15,825t d'autres matériels.

Le niveau résiduel moyen de contamination était inférieur à 5 $Bq/cm^2$ (135 $10^{-12}$ $Ci/cm^2$), mais existaient des taches de contamination à 100 Bq (2,7 $10^{-9}$ Ci) d'émetteurs alpha et bêta. Les doses au contact variaient de 300 à 500 mSv/h.

*Le démantèlement de l'équipement et la destruction des bâtiments*

La limite de décontamination avait été abaissée d'un facteur 10 par rapport à l'étude de 1987, soit 0,4 $Bq/cm^2$ bêta et 0,04 Bq/cm2 alpha. (10,8 et 1,8 $10^{-12}$ Ci) Les bâtiments furent isolés de l'extérieur par des unités mobiles et par des sas. La tuyauterie fut enlevée avec des coupe-tuyaux, des scies, des meuleuses et des cisailles hydrauliques pour éviter que ne se répande la contamination. De petits réservoirs de stockage furent découpés à la torche à plasma, d'autres plus grands furent enlevés et décontaminés par des moyens chimiques, acide nitrique, solutions d'hydroxyde de sodium et pâtes à l'acide fluorhydrique. Une fois vidée, la structure en béton fut à son tour décontaminée par bouchardage (Figure 151).

En l'absence d'un précédent pour la mise en décharge, les bâtiments restants furent examinés par deux fois entièrement par le service de santé-sécurité et furent soumis à une vérification au hasard par CORAPRO, à des prélèvements en profondeur et à des analyses destructives alpha et bêta.

Au milieu de 1989, le niveau de radioactivité des bâtiments, vérifié par CORAPRO, permettait d'envisager leur destruction par des moyens classiques et la mise en décharge industrielle normale des déchets «de minimis». La structure fut donc détruite en 1990 par des moyens traditionnels et les débris évacués en décharge industrielle. Toute trace des bâtiments fut alors effacée du site.

*Bilan*

Le bilan de l'expérience pilote de déclassement en termes de dose était très faible, malgré la prédominance des techniques manuelles (Seul a été trouvé dans les sources l'emploi d'un marteau à boucharder télécommandé, cf. la Figure 152). La dose cumulée était de 7 mSv pour 22 482 hommes-heures, soit 13,8 hommes-années. Les coûts de main-d'œuvre représentaient 50%.

Le bilan financier de l'expérience pilote confirmait les estimations, compte tenu toutefois de la marge de 30% incorporée pour imprévu et des frais liés au caractère pionnier de ce travail. Les principales phases de l'opération furent enregistrées avec une caméra vidéo, visionnées, analysées et commentées par les équipes chargées de l'exécution du programme dans l'usine proprement dite.

***Le début du démantèlement de l'usine de retraitement (1989-2005 ?)***

En effet la démolition des deux bâtiments de stockage des produits finis constituait aussi la première étape du démantèlement de l'installation.

Parallèlement à l'expérience pilote, avaient été exécutés en 1988 quelques travaux de démantèlement dans le laboratoire de recherches, comme le démontage et la décontamination des boîtes à gants et des tuyauteries de ventilation. Ces travaux se poursuivirent en 1989 dans d'autres salles de laboratoire. Le laboratoire d'analyse de l'usine fit également l'objet de travaux préparatoires, afin de permettre l'entreposage de déchets solides plutonifères.

---

[141] Rapport de l'ONDRAF, 1987.

[142] Rapports de l'ONDRAF 1987 à 1989, et TEUNKENS L. (1993).



**Figure 151.** Bouchardage manuel de surfaces verticales de béton contaminé effectué lors des opérations de démantèlement des bâtiments 6A et 6B. (Source : Rapport Belgoprocess 1989, p. 4.)



**Figure 152.** Marteau à boucharder télécommandé utilisé pour enlever la couche de béton contaminé du sol des bâtiments 6A et 6B. (Source : Rapport ONDRAF 1989, p. 8.)

Les opérations dans le bâtiment de retraitement sont toujours en cours aujourd'hui (Figure 153). Elles avancent lentement et irrégulièrement, au gré du déblocage des crédits par le gouvernement belge. Il s'agit en effet d'une dépense improductive qui ne présente pas de caractère d'urgence, contrairement à d'autres tâches de démantèlement incombant à l'ONDRAF et liées en particulier à la reprise du département déchets du CEN en 1989[143].

Le bâtiment de l'usine semble solide, la décontamination a été poussée assez loin, le confinement de l'activité résiduelle est assuré par le maintien de l'usine en dépression. Le coût du démantèlement est de plus très élevé. Tout ces facteurs laissent penser que le délai de 15 années, prévu dans l'enquête de l'AEN/OCDE de 1991 [144] pour l'achèvement du démantèlement de la première tranche, ne sera pas tenu, et que l'usine Eurochemic continuera à s'inscrire longtemps encore dans le paysage de Campine (Figures 154 à 156).

*La part de la gestion des déchets dan le bilan financier global d'Eurochemic*

Au terme de ce récit de l'histoire d'Eurochemic il n'est pas inutile de tenter un bilan financier global de l'expérience de coopération européenne afin d'apprécier les contributions nationales à l'entreprise et d'évaluer le poids de chaque grande phase, construction, exploitation et gestion des déchets dans l'effort de financement.

Mesurer la répartition de l'effort national dans la coopération n'est possible que jusqu'en 1984, la dernière année couverte par un rapport annuel. Celui de 1984 contient, dans une de ses annexes[145], le décompte des parts bénéficiaires qui furent depuis 1969 délivrées aux contributeurs à raison d'une part pour 5000 UC/AME, les



**Figure 153. Cuves de produits non radioactifs encore en place et cuves décontaminées (au sol, avec les stries de grattage des surfaces) en attente d'évacuation et de récupération par l'industrie classique, dans un des couloirs de service de l'usine. (Source : Photographie prise par l'auteur en août 1992.)**

[143] Cette reprise, accélérée par le scandale Transnuklear, mit en évidence des carences dans la gestion des déchets par le Centre ainsi que l'obsolescence d'un certain nombre d'équipements, et nécessita en conséquence la mise en place d'un programme d'apurement rapide du «passif nucléaire du CEN».

[144] AEN/OCDE (1991). p. 84.

[145] RAE 1984, p. 60.

contributions étant versées directement au budget de l'OCDE. Si l'on y ajoute les contributions au capital jusqu'en 1964 ainsi que les parts bénéficiaires attribuées aux Pays-Bas jusqu'en 1975 et à la Turquie jusqu'en 1980 de même que leurs «tickets de sortie», on obtient une évaluation en UC/AME de l'apport global et de la répartition nationale. La somme totale dépensée dans le projet résulte de l'addition à ces chiffres du montant de l'accord forfaitaire couvrant les dépenses des années 1985-1990. Cela se traduit dans le tableau suivant :

Coût du projet Eurochemic en millions d' UC/AME courants et répartition nationale des origines à 1984.

Tableau 117. **Participation des pays membres au financement d'Eurochemic de 1957 à 1984**

| Pays | Capital M UC/ AME | % capital | Parts bénéficiaires M UC/ AME | % Parts bénéfi-ciaires | Ticket de sortie M UC/ AME | Total M UC/ AME | % des apports |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Allemagne | 6,425 | 18,0 | 48,354 | 33,5 | | 54,779 | 29,8 |
| France | 6,425 | 18,0 | 39,460 | 27,3 | | 45,885 | 25,0 |
| Belgique | 5,100 | 14,3 | 7,961 | 5,5 | | 13,061 | 7,1 |
| Espagne | 2,425 | 6,8 | 9,695 | 6,7 | | 12,120 | 6,6 |
| Suède | 2,700 | 7,6 | 8,470 | 5,9 | | 11,170 | 6,1 |
| Italie | 2,200 | 6,2 | 8,238 | 5,7 | | 10,438 | 5,7 |
| Suisse | 2,350 | 6,6 | 7,196 | 5,0 | | 9,546 | 5,2 |
| Pays-Bas | 2,475 | 6,9 | 2,090 | 1,4 | 3,600 | 8,165 | 4,4 |
| Danemark | 1,625 | 4,5 | 4,385 | 3,0 | | 6,010 | 3,3 |
| Autriche | 1,500 | 4,2 | 4,006 | 2,8 | | 5,506 | 3,0 |
| Norvège | 1,425 | 4,0 | 3,323 | 2,3 | | 4,748 | 2,6 |
| Portugal | 0,300 | 0,8 | 1,187 | 0,8 | | 1,487 | 0,8 |
| Turquie | 0,800 | 2,2 | 0,020 | 0,0 | 0,160 | 0,980 | 0,5 |
| *Total en décembre 1984* | *35,750* | | *144,385* | | *3,760* | *183,895* | |
| Accord forfaitaire 1985-1990 : | | | | | | 73,800 | |
| ***Total général 1959-1990 :*** | | | | | | *257,695* | |

Même s'il est difficile de faire des comparaisons du fait des fluctuations monétaires, assurément les sommes globales mises en jeu furent modestes par rapport aux grands projets aéronautique ou spatiaux, comme Concorde, dont le coût réel s'établissait en 1973 à 1065 M $ ou l'ELDO, estimé à 720 M $ en 1968 [146].

La répartition des efforts montre une tendance à la concentration. L'Allemagne, la France et la Belgique participèrent à 61,9 % de l'effort global et à 66,3 % du financement sous forme de contributions, l'Allemagne en apportant presque 30% et la France le quart.

L'évaluation des poids financiers respectif des différentes phases est plus délicate à mesurer car il faut corriger les effets de l'avilissement de la monnaie en 30 ans. L'estimation présentée ici est approximative. Pour la période de construction, qui est prolongée jusqu'en 1966 en raison de l'importance des travaux d'installation qui eurent encore lieu cette année là, les recettes ont été tirées du tableau des recettes de la 2e Partie, chapitre 2, et converties en FB courants. Les recettes ultérieures ont été reprises des bilans[147]. Ces résultats en FB courants ont été actualisés en FB 1990, suivant l'indice de l'évolution quinquennale des prix à la construction établis par l'Institut national de la statistique belge. Il a été admis, pour la conversion à la valeur de 1990, que l'évolution annuelle était égale au cinquième des valeurs quinquennales. L'estimation ne part que des recettes effectives d'Eurochemic. Elle ne tient pas compte de l'évaluation du démantèlement faite par l'ONDRAF en 1987, soit 11 milliards de FB courants, ni du coût estimé de la gestion des déchets du démantèlement, soit 10 milliards de FB.

146 KOENIG C., THIETARD R.A. (1988), p. 55 et 62.

147 Cf. la synthèse statistique du bilan en annexe.



**Figure 154.** Vue aérienne oblique du site de Belgoprocess en 1987. (Source : Rapport ONDRAF 1987, page de garde.)

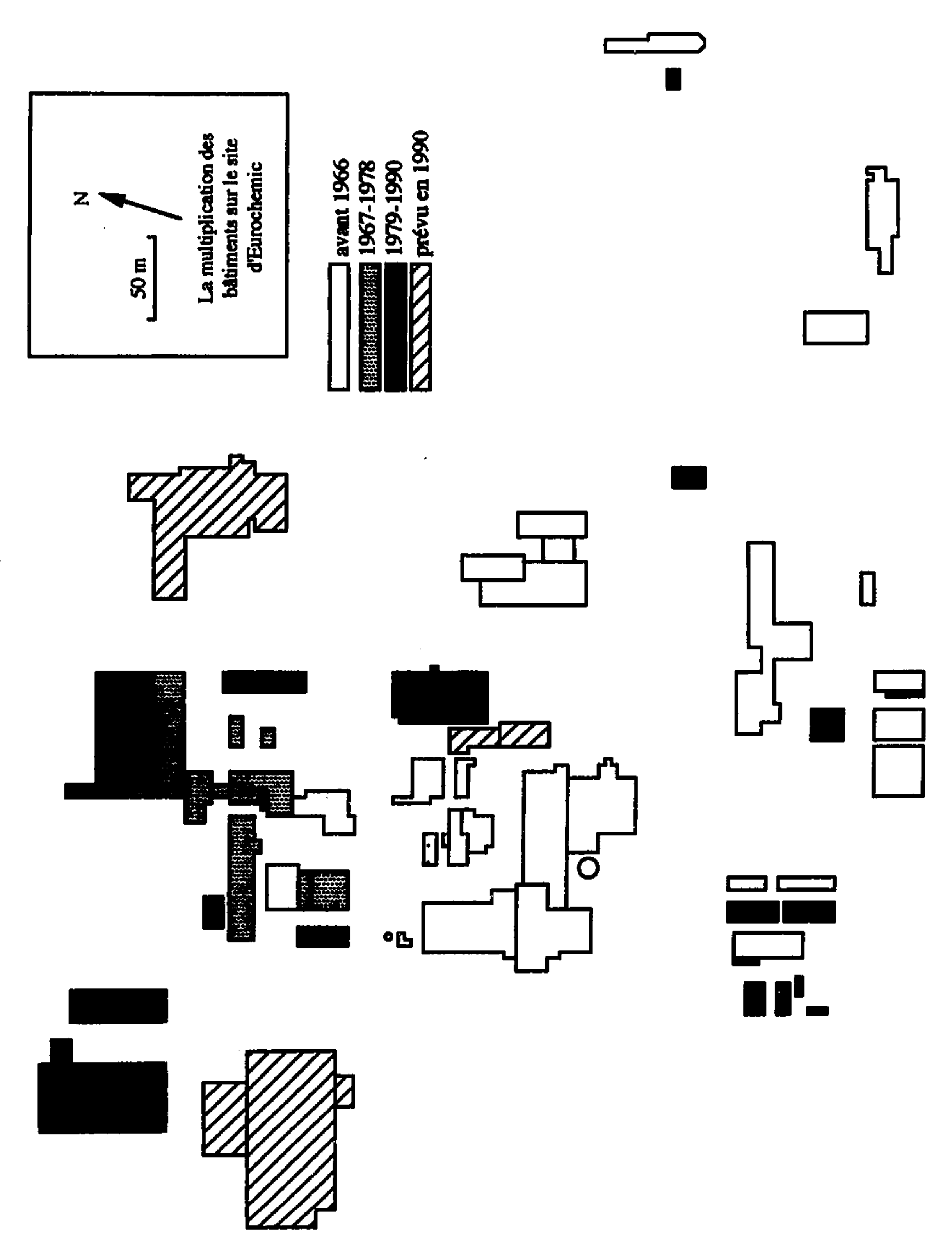



**Figure 155.** La multiplication des bâtiments sur le site d'Eurochemic. La situation en 1965, en 1978, en 1990 et le programme de construction prévu en 1990.)

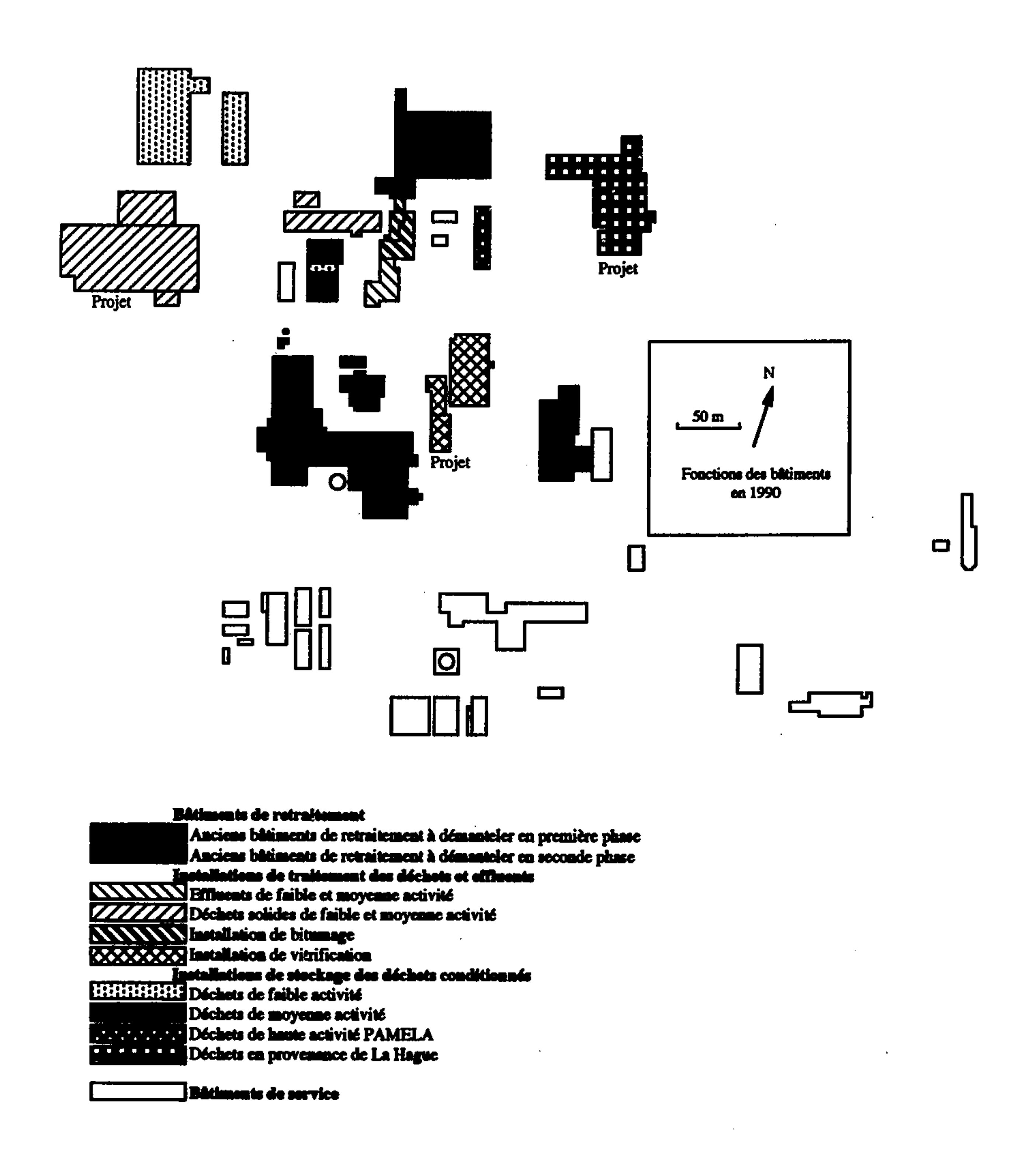



**Figure 156.** Fonctions et destination des bâtiments existants ou en projet sur le site de BP1 en 1990.

Les travaux statistiques décrits ci-dessus débouchent sur l'évaluation suivante, arrondie à la dizaine de millions et exprimée en milliards de FB 1990. Pour imprécise qu'elle soit, elle permet tout de même d'apprécier les grandes masses.

Tableau 118. **Coût estimé des différentes phases d'exploitation de l'usine de 1958 à 1990**

| Période | Coût en milliards FB 1990 | % |
|---|---|---|
| Elaboration du projet et construction 1958-1966 | 13,06 | 35,8 |
| Exploitation de l'usine de retraitement 1967-1974 | 6,62 | 18,1 |
| Gestion des déchets 1975-1990 | 16,80 | 46,1 |
| Total | 36,48 | 100,0 |

Compte-tenu du temps très court de l'exploitation, ce qui frappe dans ce tableau est que la gestion des déchets a coûté plus que l'élaboration du projet et sa réalisation. Même s'il ne s'agit là que d'une estimation grossière, cette constatation souligne l'attention qu'il faut porter à une approche des projets industriels englobant l'ensemble de leur cycle de vie. L'achèvement précoce de celui-ci par Eurochemic permet une approche rétrospective d'un problème qui appartient encore au futur pour la plupart des établissements nucléaires[148].

Mais il faut se garder d'appliquer hâtivement ces conclusions à d'autres entreprises, et notamment aux plus récentes. Retraitement et gestion des déchets furent à Eurochemic deux opérations séparées dans le temps, et la logique d'entretien direct en faisait une entreprise largement dépendante du travail humain, qui a un coût très élevé en Belgique comme dans tous les pays développés. Or le retraitement a connu comme les autres industries de considérables progrès, qui ne sont pas sans conséquence sur les coûts de démantèlement, et que la dernière partie de l'ouvrage tente de mesurer en replaçant Eurochemic dans une perspective historique plus large, suivant deux axes, l'un technique, l'autre politique.

148 Des scénarios de démantèlement sont élaborés par la Cogéma. La méthodologie suivie est présentée dans BARBE A., PECH R. (1991), mais sans aucune donnée financière. Cf. en particulier p. 957. Les méthodes d'évaluation des coûts futurs utilisées en général dans l'industrie sont radicalement différentes de la démarche historique, nécessairement rétrospective.

*Chronologie de la quatrième partie*
**Février 1975 – septembre 1991**

*1975*

| | |
|---|---|
| *début 1975:* | *création de la Franco-Belge de Fabrication de Combustibles (FBFC), filiale de MMN et d'EUROFUEL (regroupant PUK, Framatome, Westinghouse, Creusot-Loire), qui reprend les installations de fabrication de combustibles de Dessel, voisines d'Eurochemic.* |
| **avril 1975:** | **adhésion du Canada à l'AEN/OCDE.** |
| avril 1975: | création d'une Commission belge d'évaluation en matière d'energie nucléaire (dite Commission des Sages). |
| *mai 1975:* | *WAK est remise en route après un arrêt prolongé.* |
| *été 1975:* | *dans le cadre de l'accord d'association nucléaire RFA-Brésil du 27 juin, signature, entre Nuclebras et un consortium allemand associant KEWA et F. Uhde GmbH, d'un contrat pour la construction d'une installation pilote de retraitement.* |
| *été 1975:* | *accord entre la France et la Corée du Sud prévoyant notamment la fourniture d'une usine pilote de retraitement. Des pressions américaines conduisent la Corée du Sud à renoncer au contrat à la fin de 1975.* |
| **30 juin 1975:** | **les Pays-Bas se retirent d'Eurochemic.** |
| *juillet 1975:* | *création de la Projektgesellschaft Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen (PWK) destinée à financer la construction par la Kernbrennstoff-wiederaufarbeitungs-gesellschaft MbH (KEWA) d'une grande usine de retraitement allemande de 1500 t/an.* |
| *30 août 1975:* | *entrée en vigueur de la Convention de Londres ouverte à signature depuis le 30 août 1972 «sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et d'autres matières» limitant notamment aux déchets faiblement radioactifs l'immersion en mer, moyennant autorisation .* |
| **1975:** | **approbation du «programme technique de base» sur la gestion des déchets de moyenne et haute activité et tentative de lancement d'un programme international de R&D sur les déchets à Eurochemic.** |
| *novembre 1975:* | *essais à froid de Tokaï Mura.* |
| **fin 1975:** | **début des essais à froid des installations de bitumage.** |

*1976*

| | |
|---|---|
| **1976:** | **la Finlande adhère à l'AEN/OCDE.** |
| *1976:* | *transfert du contrôle de sécurité de l'AEN/OCDE à l'AIEA.* |
| *1976:* | *création de TRANSNUBEL, société de transport nucléaire belge (60% Belgonucléaire, 20% Transnucléaire, 20% Transnuklear GmbH).* |
| *1976:* | *essais de l'usine de Barnwell, en Caroline du Sud, d'une capacité prévue de 1500 t/an, appartenant à Allied General Nuclear Fuel Services (AGNS).* |
| *début 1976:* | *annonce d'un projet de Exxon Nuclear, filiale à 100% de Exxon, d'une usine de retraitement d'une capacité de 1500 t ultérieurement portée à 2100 t/an à Watts Bar (Tenn.), près d'Oak Ridge, sur un terrain de l'ERDA.* |
| *19 janvier 1976:* | *création de la Compagnie générale des matières nucléaires (COGEMA, filiale du cycle du combustible du CEA). Ses statuts sont approuvés par le décret du 4 mars 1976.* |

*janvier 1976:* *signature d'un accord entre l'Italie et l'Irak, portant en particulier sur le cycle du combustible.*

*janvier 1976:* *des inspecteurs de l'AIEA constatent la disparition de 10 barreaux de combustibles dans le réacteur de recherche taïwanais.*

*1976:* *lancement du projet d'une nouvelle usine de retraitement britannique, la Thermal Oxide Reprocessing Plant (THORP), destinée à se substituer à la tête oxyde de Windscale. Le site est rebaptisé Sellafield.*

*février 1976:* *l'accord de coordination des investissements signé entre les membres d'UNIREP, en vertu duquel l'usine allemande de retraitement serait mise en service lorsque La Hague et Sellafield ne seraient plus en mesure d'assurer la totalité des contrats de retraitement, est approuvé par la Communauté européenne.*

**mars 1976:** **fin de l'entreprise commune Dragon.**

*mars 1976:* *signature d'un accord entre la France, le Pakistan et l'AIEA – chargée d'en contrôler l'utilisation civile- pour la fourniture d'une installation de retraitement par la France au Pakistan.*

mars 1976: dans son rapport, la Commission des Sages belge estime que la Belgique doit retraiter ou faire retraiter la totalité de ses combustibles et développper les technologies de traitement et de stockage des déchets. Elle prévoit une réévaluation dans un délai de 5 ans.

*16 mai 1976:* *entrée en service expérimental de l'Atelier de haute activité oxyde (HAO) greffé sur UP2 à La Hague. Retraite dans l'année 16 t de combustibles provenant de Mühleberg.*

*mi-1976:* *le «Comité suédois pour l'étude des déchets radioactifs» créé en 1973 considère que la Suède doit développer un projet d'usine de retraitement national de 800 t/an et recycler son plutonium dans le combustible de ses centrales.*

*mi-1976:* *l'Espagne envisage une usine de retraitement de 1000 t/an pour la fin des années 80.*

*août 1976:* *début des négociations entre UNIREP et le Japon pour le retraitement de 4000 t de combustible par la Cogema et BNFL.*

*fin octobre 1976:* *le Président Gerald Ford annonce que les Etats-Unis renoncent au retraitement et au recyclage du plutonium.*

*automne 1976:* *trois sites de Basse Saxe sont envisagés pour accueillir l'usine de retraitement allemande.*

**1er octobre 1976:** **les Etats-Unis deviennent membres de l'AEN.**

*novembre 1976:* *après remise d'un avant-projet, KEWA charge un consortium composé de Uhde, Lurgi, Nukem et SGN de réaliser une avant-projet détaillé pour la grande usine de retraitement allemande.*

*16 décembre 1976:* *le gouvernement français annonce sa décision de «ne plus autoriser jusqu'à nouvel ordre la vente à des pays tiers d'installations industrielles de retraitement de combustibles irradiés».*

**16 décembre 1976:** **le gouvernement belge accepte de reprendre les installations d'Eurochemic pour le redémarrage des activités de retraitement.**

### *1977*

*début 1977:* *dans ses recommandations, la CIPR adopte le principe ALARA, "As low as reasonably achievable".*

*1977:* *mise en service de l'usine de retraitement de Tarapur en Inde.*

*1977:* *lancement par l'AEN/OCDE du programme d'étude sur l'enfouissement des déchets de haute activité dans les «formations géologiques des plaines abyssales» (projet SEABED). Un rapport de faisabilité est publié en 1988.*

*février-mars 1977:* *PWK devient la Deutsche Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen MbH (DWK), le siège passant à Hanovre à partir du 1er juillet 1977. DWK est en charge du projet de l'usine qui doit être construite à Gorleben en Basse Saxe (1400 t/an). Manifestation d'opposition les 12 et 13 mars.*

*1er mars 1977:* *début de la procédure d'autorisation pour l'usine THORP.*

*mars 1977:* *ajournement, à la suite de pressions américaines et soviétiques, de la vente par la RFA d'un atelier de retraitement de 10 kg/j au Brésil.*

| | |
|---|---|
| *7 avril 1977:* | *en présentant son programme énergétique, Jimmy Carter déclare que les Etats-unis renoncent au retraitement et propose un Non Proliferation Bill adopté une année plus tard.* |
| 1977: | SYNATOM est chargé de regrouper les activités belges du cycle du combustible. |
| **1977:** | **abandon du procédé LOTES et adoption, en plus de PAMELA, du procédé français de l'Atelier de vitrification de Marcoule.** |
| *14 juin 1977:* | *début de «l'enquête Parker» sur Windscale-Sellafield.* |
| *17 juin 1977:* | *l'Allemagne annonce sa décision de ne plus accorder jusqu'à nouvel ordre d'autorisations pour l'exportation d'installations et de technologies de retraitement des combustibles irradiés.* |
| *juin 1977:* | *début de l'enquête publique pour la construction à Windscale de THORP (enquête publiée en mars 1978. La Chambre des Communes vote l'extension de Windscale le même mois).* |
| *juin 1977:* | *lancement de l'International Fuel Cycle Evaluation (INFCE), qui dure jusqu'en février 1980.* |
| *22 juillet 1977:* | *vote par le Conseil de l'OCDE du Mécanisme multinational de consultation et de surveillance pour l'immersion des déchets radioactifs en mer (MMCS).* |
| *septembre 1977:* | *Accord sur un «code de bonne conduite» signé par les membres du «Club de Londres».* |
| *septembre 1977:* | *inauguration officielle d'URENCO à Capenhurst.* |
| *22 septembre 1977:* | *démarrage de l'usine de Tokaï Mura, après feu vert conditionnel des Etats-Unis pour deux ans. Au premier semestre 1978 l'usine retraite 19t de combustible et extrait 64 kg de Pu.* |
| *1^er^ septembre 1977:* | *DWK rachète les parts des 4 actionnaires de KEWA et reprend 20% de leur participation dans GWK, qui exploite l'usine WAK de Karlsruhe.* |
| *septembre 1977:* | *Saint-Gobain Pont-à-Mousson vend 60% de sa filiale à 100% Saint-Gobain Techniques Nouvelles (SGN) à la COGEMA. Elle en garde 40% jusqu'en 1979.* |
| *30 septembre 1977:* | *signature d'un contrat de retraitement entre la COGEMA et dix producteurs d'électricité japonais portant sur 1600t de combustibles irradiés. Le 24 mai 1978 un contrat portant sur la même quantité est signé avec Windscale.* |
| *octobre 1977:* | *le Conseil des Ministres de la CEE décide d'établir le Joint European Torus (JET) à Culham au Royaume-Uni.* |
| *octobre 1977:* | *ouverture à Washington de l'INFCE octobre 1977. L'ERDA absorbée par le Department of Energy (DoE).* |
| **1977:** | **ajournement du programme international de recherche développement sur le conditionnement des déchets de haute activité, prévu parallèlement au programme technique de base de 1975.** |
| **automne 1977:** | **entrée en service de l'installation de bitumage Eurobitum. Démarre en actif en 1978.** |

***1978***

| | |
|---|---|
| *10 mars 1978:* | *adoption aux Etats-Unis du Nuclear Non Proliferation Act (NNPA).* |
| 1978: | Synatom signe avec la Cogéma un contrat de retraitement portant sur 530 t de combustible. |
| *1978:* | *"UP3-Service Agreement": signature entre la Cogéma et 32 compagnies d'électricité d'un accord prévoyant la réalisation d'une usine à La Hague qui se consacrerait uniquement pendant les dix premières années de son existence au retraitement des combustibles étrangers. Lancement du projet UP3.* |
| *1978:* | *forte réduction du programme électronucléaire espagnol.* |
| *mars 1978:* | *abandon du projet de redémarrage de l'usine PUREX de Hanford. Projets de reconversion de l'usine de Barnwell pour stocker le combustible irradié hors du site de la centrale. En septembre il est question d'en faire autant pour Morris et West Valley.* |
| *début avril 1978:* | *signature d'un contrat entre la Cogéma et DWK pour le retraitement de 1705 t de combustibles allemands, s'ajoutant aux 1600 t japonaises et aux 620 t suédoises déjà négociées dans le cadre du projet UP3.* |

*avril 1978:* *le Conseil National helvétique révise sa loi atomique, limitant les projets de centrales, attribuant la prise en charge de la gestion des déchets aux producteurs d'électricité nucléaire et prévoyant la mise en place d'un fonds commun pour le démantèlement des installations nucléaires, alimenté par les producteurs d'électricité. En mai, signature d'un contrat de retraitement avec la Cogéma portant sur 470 t à retraiter de 1980 à 1990.*

*27 juin 1978:* *entrée en service de l'Atelier de vitrification de Marcoule (AVM), d'une capacité de 50 m³/an, pour vitrifier les déchets issus du retraitement des UNGG.*

**juin 1978:** **prorogation de la société jusqu'en juillet 1982.**

**24 juillet 1978:** **signature de la Convention de transfert du site à la Belgique. Entre en vigueur le 30 octobre 1978.**

5 août 1978: l'article 78 du collectif budgétaire subordonne la constitution d'une société mixte pour le cycle du combustible par l'Etat à un débat parlementaire sur la politique énergétique du pays.

*juillet 1978:* *DWK acquiert 400 ha de terrain à Gorleben en Basse-Saxe pour y implanter ses activités de retraitement et de stockage des déchets nucléaires.*

*24 août 1978:* *une fuite dans l'usine de retraitement japonaise de Tokaï Mura entraîne un arrêt des installations pendant un an après le retraitement de 19 t de combustible.*

*17 octobre 1978:* *accident de criticité à l'ICRP. Pas de victime grâce au blindage.*

*octobre 1978:* *l'Argentine annonce son intention de commencer la construction d'une usine expérimentale de retraitement au centre d'Ezeiza, près de Buenos Aires, où une petite unité de laboratoire a fonctionné de 1960 à 1970.*

*5 novembre 1978:* *les électeurs autrichiens se prononcent par referendum contre la mise en service de la centrale nucléaire de Zwentendorf, un BWR contruit par KWU et achevé en automne 1977.*

*1979*

**1979:** **achèvement de deux silos d'Eurostorage.**

**1979:** **signature d'un accord pour la vitrification des déchets de haute activité (HEWC) provenant de PUREX par le procédé PAMELA, réalisé par DKW allemande avec l'aide du gouvernement fédéral allemand.**

*1979:* *première «initiative» antinucléaire en Suisse, après 10 ans de développement d'un mouvement antinucléaire à la suite du projet de centrale de Kaiseraugst.*

*1979:* *les 40% de Saint-Gobain dans SGN sont vendues, pour 34% à Technip et pour 6% à la Cogéma.*

*mars 1979:* *découverte de fuites de liquide radioactif dans un réservoir de l'installation de Windscale utilisé jusqu'en 1958 dans le cadre du programme militaire. Les travaux mettent en évidence une contamination s'étendant sur plusieurs années et ayant imprégné le sol de 100 000 curies environ. Il fallut enlever 700 m³ de sol et isoler le sol sous-jacent. Un rapport de 1980 du Health and Safety Executive dénonça BNFL pour n'avoir pas appliqué les normes de sécurité auxquelles elle était soumise.*

*28 mars 1979:* *accident dans la centrale de Three Mile Island 2 (TMI) à Harrisburg (Penn.).*

*31 mars 1979:* *50 000 manifestants contre Gorleben à Hanovre.*

*1er avril 1979:* *entrée en fonctionnement de l'usine d'Eurodif au Tricastin.*

**2 avril 1979:** **en application de la Convention de 1978, premier transfert de propriété à l'Etat belge, en l'absence de constitution d'une société belge.**

*mai 1979:* *début de l'enquête publique pour l'extension de La Hague, comportant deux usines de retraitement, UP2-800 (doublement de capacité de l'usine UP2) et UP3-A (une usine totalement nouvelle), une installation de vitrification et trois tours de refroidissement, dont la construction est prévue pour 1984-1985.*

*21 mai 1979:* *accord entre CEA/SGN-GWK sur la cession de connaissances et la fourniture d'ingénierie pour la construction de l'atelier de vitrification du centre de Karlsruhe, qui adopte la technologie à l'œuvre à Marcoule. HOVA, d'une capacité de 25 t/an, conditionnerait les déchets de WAK.*

*juillet 1979:* *arrêt de AT1 à La Hague et début du démantèlement.*

*1er septembre 1979:* *DWK devient propriétaire à 100% de GWK, l'exploitant de WAK.*

*octobre 1979:* *compromis entre le gouvernement fédéral et les autorités locales concernées par Gorleben. La décision de construire une usine de retraitement est repoussée à 1985 au moins, la capacité de l'usine est réduite à 300-350 t/an et le site ne serait pas automatiquement celui du stockage. Par la suite la proposition fut inversée, stockage contre abandon de fait du site saxon pour le retraitement. On envisagea un autre site, en Hesse, dans le Palatinat ou en Bavière. Ce fut en définitive le site de Wackersdorf.*

*novembre 1979:* *remise en route de Tokaï Mura après 15 mois d'arrêt.*

*7 novembre 1979:* *création en France de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifsl (ANDRA) qui succède à l'Office de gestion des déchets mis en place en mai 1978.*

*13 décembre 1979:* *annonce de la création au Japon pour le 1er mars 1980 de la Japan Nuclear Fuel Service Company (JNFS), compagnie privée associant 10 compagnies électriques et 90 autres, chargée de la construction d'une usine commerciale de retraitement de 1200 t/an, à mettre en service à la fin des années 90 ( esquisse du projet de la future usine de Rokka Sho Mura, mais on envisage alors une île de Kyushu). Siège à Tokyo, capital de 10 milliards de yen.*

*fin décembre 1979:* *publication du plan particulier d'intervention (PPI) de La Hague. C'est le second PPI nucléaire français après celui de la centrale de Fessenheim.*

## *1980*

**1980:** **signature d'un «memorandum d'acceptation» confirmant l'achèvement des travaux de nettoyage et de décontamination dans les zones transférées.**

**1980:** **la Turquie se retire de la Société.**

*1980:* *le 96e Congrès autorise la solidification des déchets liquides de haute activité de West Valley, dont le terrain appartient alors à l'Etat de New York. Des pourparlers sont ouverts entre la Cogéma, le DoE et Westinghouse pour la vitrification des 2400 m³ de solution de produits de fission produits par l'usine de West Valley, suivant le procédé AVM. En 1983 le projet AVM est en concurrence avec un procédé national développé par les laboratoires Batelle Pacific Northwest (Batelle PNL) utilisant comme Pamela un creuset céramique. C'est lui qui fut choisi, mais sans aboutir.*

*25 au 27 février 1980:* *session finale de l'INFCE.*

*février 1980:* *fin de l'exploitation du navire marchand nucléaire Otto Hahn.*

*23 mars 1980:* *les Suédois se prononcent par referendum pour la construction de 12 centrales mais pour l'arrêt de l'exploitation des centrales nucléaires en 2010.*

*15 avril 1980:* *une panne d'alimentation électrique provoque un incendie et entraîne la contamination légère d'installations à La Hague.*

*25 mai 1980:* *parution de la déclaration d'utilité publique d'UP3.*

**mai-juin 1980:** **DWK passe contrat avec Nukem pour l'étude de conception et la planification de PAMELA à Mol.**

*17 mai 1980:* *contamination radioactive légère à WAK liée à une fuite de dissolveur pendant la période de chauffage. La réparation nécessite un arrêt pour décontamination. Lors des opérations, une échappée de condensat de vapeur radioactive contamine une partie du toit et une partie du terrain de l'usine.*

*1980:* *incendie à La Hague dans un silo d'entreposage de coquilles de graphite et d'embouts de combustibles gainés de magnésium.*

*été 1980:* *reconduction d'un contrat décennal de retraitement par BNFL du combustible Magnox de la centrale italienne de Latina.*

*avril 1980:* *le gouvernement américain autorise Tokaï Mura à poursuivre son activité pendant une année supplémentaire.*

**8 août 1980:** **par l'article 79 du collectif budgétaire, le Parlement belge décide que le retraitement ne pourra être repris en Belgique que lorsque le Parlement se sera prononcé à son sujet dans un débat sur la politique énergétique (reprend les termes de la loi de 1978).**

**8 août 1980:** **après de longues négociations, est fixé le principe d'une participation de l'Etat à 50% dans la Société Mixte Synatom-Société belge des combustibles nucléaires.**

La loi du même jour décide la création d'un organisme de gestion des déchets radioactifs. Ce fut l'ONDRAF/ NIRAS, créé en vertu de l'Arrêté royal du 30 janvier 1981.

25 octobre 1980: une manifestation antinucléaire internationale à Mol proteste contre la reprise du retraitement et la gestion des déchets.

*octobre 1980: ASEA-Atom contracte avec le gestionnaire des centrales suédoises pour un projet de stockage intermédiaire souterrain – à 25m de profondeur – dit "Away from Reactor" (AFR) avant retraitement ou stockage final sans retraitement. Le site envisagé est dans la presqu'île de Simpevarp, près de la centrale d'Oskarsham.*

*novembre1980: BNFL se prononce pour l'adoption du procédé français AVM pour la vitrification des effluents de haute activité à Windscale. La préférence est ainsi donnée à l'AVM sur le procédé britannique HARVEST.*

## *1981*

*1981: une fuite de dissolveur entraîne l'arrêt de WAK, qui ne reprend ses activités qu'en 1983.*

1981: signature d'une Convention entre l'Etat belge et les producteurs d'électricité prévoyant que tous les coûts de gestion du combustible seraient intégrés dans le prix du kWh nucléaire.

*vers le 20 janvier 1981: juste avant la passation de pouvoir à Ronald Reagan, le gouvernement américain donne l'autorisation à la Suisse de faire retraiter du combustible d'origine américaine. Cette décision est interprétée comme l'annonce d'un assouplissement de la politique américaine.*

**22 avril 1981: démarrage du projet international STRIPA d'études sur le stockage de déchets radioactifs dans des formations géologiques, en l'occurrence dans une mine de fer suédoise abandonnée. Sous la houlette de l'AEN/OCDE, coopération entre la Suède, la Finlande, la Suisse et les Etats-Unis, pour un coût prévu de 10 M$ jusqu'en 1984.**

*mai 1981: le ministre de l'industrie français André Giraud autorise juste avant le second tour des élections présidentielles la construction à La Hague d'UP2-800 et d'UP3, ainsi que de STE-3, une unité de traitement des déchets radioactifs. Le décret est publié au JORF le 16 mai.*

**mai 1981: Conventions entre le CEA et le Ministère des Affaires Etrangères d'une part, SGN et le syndicat d'Etudes Belgoprocess d'autre part d'un accord sur l'Atelier de vitrification belge (AVB), utilisant le procédé AVM.**

*3 août 1981: les parts de l'UKAEA dans BNFL sont transférées au Secretary of State for Energy.*

*16 juillet 1981: Ronald Reagan annonce la levée de l'interdiction du retraitement commercial, le réexamen du NNPA de 1978 et la mise en œuvre d'une politique de gestion des déchets de haute activité.*

*juillet 1981: pourparlers entre DWK, le Japon et AGNS pour une participation éventuelle dans l'usine de Barnwell, dont la mise en service est réenvisagée à la suite de l'inflexion de la politique nucléaire de Reagan.*

*juillet 1981: contrat d'ingénierie BNFL-SGN pour la construction d'une unité de vitrification sur le modèle de l'AVM à Windscale.*

7 août 1981: création du SSTIN (service de sûreté technique des installations nucléaires), au sein du ministère de l'Emploi et du Travail belge.

14 août 1981: création du Service de protection contre les radiations ionisantes (SPRI) au sein du Ministère de la santé publique et de l'environnement belge.

*18 août 1981: le site envisagé en Hesse pour l'usine de retraitement allemande, dont la capacité prévue est désormais de 350 t/an, est déclaré inadéquat «pour des raisons géologiques».*

**septembre1981: pose de la première pierre de l'installation de démonstration PAMELA.**

*octobre 1981: création en France de la Commission Castaing, composée de douze membres, chargée de superviser la mise en œuvre des technologies du retraitement en France.*

5 octobre 1981: séance constitutive de l'ONDRAF.

*8 octobre 1981:* *Reagan lève l'interdiction du retraitement mais, quelques jours plus tard, Allied Corporation, (associée à General Atomics Co), par une lettre de son Président au secrétaire à l'énergie, annonce l'abandon de l'usine de Barnwell «en raison du maintien d'incertitudes règlementaire» et dans la mesure où «le retraitement est commercialement impraticable». Le coût du projet depuis 1968 est estimé à 400 M de $.*

*30 octobre 1981:* *signature d'un accord américano-japonais autorisant le retraitement à Tokaï Mura jusqu'à la fin de 1984.*

**15 décembre 1981:** **incendie de trois fûts dans la cellule de conditionnement de l'installation Eurobitum.**

**17décembre 1981:** **Signature du premier protocole Eurochemic-Belgique prolongeant la gestion du site par Eurochemic jusqu'au 31 décembre 1983. Achèvement du transfert de propriété à la Belgique le 31.**

*1982*

*1^er^ février 1982:* *présentation d'une carte des sites envisagés pour l'usine allemande de retraitement en Bavière.*

1982: débat en Belgique à la Chambre des représentants, approuvant une remise en service de l'ancienne installation. En mars 1983 le Sénat rejoint la Chambre des représentants dans son vote.

mars 1982: remise de l'actualisation du Rapport de la Commission des Sages, commandée en janvier.

*1982:* *le CNEN italien devient ENEA.*

*1982:* *annonce du début du démantèlement de l'usine de NFS à West Valley. L'usine MFRP de Morris sert de piscine de stockage pour des combustibles irradiés.*

*1982:* *l'Indian department of atomic energy (IDAE) construit une nouvelle installation retraitement du combustible à Trombay. Entre en service en 1985.*

**27 juillet 1982:** **entrée en liquidation de la Société Eurochemic.**

**août 1982:** **Pierre Strohl devient Directeur général adjoint de l'AEN.**

*1983*

*1983:* *19 pays signataires de la Convention de Londres de 1972 se prononcent contre le rejet en mer de tout déchet nucléaire.*

*1983:* *WAK reprend le retraitement après deux années d'arrêt.*

*18 février 1983:* *arrêt de Tokaï Mura à la suite de fuites détectées sur le dissolveur et l'évaporateur acide. La reprise ne semble possible qu'en septembre ou octobre 1983.*

*mars-avril 1983:* *signature d'un contrat de retraitement portant sur 220 t de combustibles entre les électriciens suisses et BNFL couvrant, avec celui signé avec la Cogéma, la totalité de la production suisse jusqu'à la fin des années 90.*

11 avril 1983: création de la Société Mixte «Société belge des Combustibles nucléaires SYNATOM».

05 mai 1983: autorisation de principe du redémarrage d'Eurochemic par le CEMS belge.

mai 1983: constitution du syndicat d'Etudes SYBELPRO

**juin 1983:** **fin de l'exploitation de l'installation de bitumage.**

**23 novembre 1983:** **signature du second protocole Eurochemic-Belgique prolongeant la période transitoire jusqu'au 31 décembre 1984.**

**1983:** **SGN présente l'avant-projet détaillé de l'AVB.**

**1983:** **fin des travaux de génie civil de PAMELA.**

**1983:** **début de la construction par Eurochemic d'un site de stockage des produits vitrifiés à venir de l'AVB et de PAMELA.**

*fin 1983:* *découverte de fuites d'effluents radioactifs en mer d'Irlande et sur 200 m de littoral, liées à des négligences des responsables de Sellafield. En janvier 1984 sont envisagées des suites judiciaires.*

*1984*

| | |
|---|---|
| *1984:* | *moratoire international suspendant sine die l'immersion des déchets radioactifs.* |
| 1984: | BNFL rejoint SYBELPRO. |
| avril 1984: | le rapport de faisabilité remis par Sybelpro conclut à la possibilité d'une remise en service, aux points de vue technique, économique et de la sûreté. SYNATOM décide de participer à 55% à la capacité projetée de l'usine (120 t/an). |
| *mars 1984:* | *nouvelle réduction du programme électronucléaire espagnol.* |
| *avril 1984:* | *inauguration officielle de JET à Culham.* |
| *avril 1984:* | *DWK commande au début de 1984 à deux consortia, dont l'un dirigé par KWU, une offre de planification et de construction d'une usine de retraitement «clé en main» de 350 t/an, à remettre avant le 30 septembre 1984, qui serait construite à Gorleben ou à Wackersdorf.* |
| 10 mai 1984: | la Cogéma renonce participer à Sybelpro. Dissolution de Sybelpro et recherche de partenaires par Synatom jusqu'en 1986. |
| *juin 1984:* | *début du démantèlement de la première centrale de puissance américaine, Shippingport, par General Electric. Les travaux doivent durer 4 ans et demi, les déchets doivent être expédiés vers des sites de stockage du DoE, comme celui de Richland.* |
| **5 juin 1984:** | **ouverture des négociations sur le règlement forfaitaire des obligations d'Eurochemic, le "Lump Sum Agreement".** |
| *juillet 1984:* | *publication du «rapport Sir Douglas Black» sur les leucémies dans la région de Sellafield, commandé en novembre 1983.* |
| *23 septembre 1984:* | *rejet par les Suisses de deux initiatives antinucléaires.* |
| *5 octobre 1984:* | *le navire Seishin Maru quitte Cherbourg avec 251 Kg de plutonium extrait à La Hague, à destination du Japon. Il traverse le canal de Panama et arrive le 15 novembre à Tokyo.* |
| *15 novembre 1984:* | *examen par le Conseil Supérieur de la Sûreté nucléaire du troisième rapport Castaing, sur le retraitement, qui préconise la poursuite du retraitement PUREX et des études sur le retraitement poussé .* |
| 26 novembre 1984: | convention entre le gouvernement belge et Synatom portant création de Belgoprocess S.A. |
| **29 novembre 1984:** | **création de Belgoprocess S.A.** |

*1985*

| | |
|---|---|
| *février 1985:* | *DWK fait connaître le choix de Wackersdorf (Bavière). L'autorisation partielle de début des travaux accordée début octobre par le ministère de l'Environnement de Bavière, pour l'usine dont l'achèvement est alors prévu pour 1993, de 350t de capacité, construite par DWK. Forte opposition locale.* |
| *5 juin 1985:* | *ouverture du procès contre BNFL à la suite de la contamination de 1983. BNFL est condamnée fin août à une amende de 10 000 £ et aux frais de procédure de 60 000 £.* |
| *été 1985:* | *expériences à Saclay sur le projet de réenrichissement de l'uranium issu du retraitement par le procédé au laser SILVA.* |
| **1er janvier 1985:** | **la société Belgoprocess, filiale à 100% de SYNATOM, prend le contrôle du site industriel et de la plus grande partie du personnel Eurochemic (dit site de Dessel, puis BP1).** |
| **1er octobre 1985:** | **début de la vitrification par PAMELA, en essai depuis janvier.** |
| *12 octobre 1985:* | *27 000 personnes manifestent à Munich contre Wackersdorf.* |
| *fin 1985:* | *le gouvernement suédois fait connaître les étapes du désengagement conditionnel du pays de l'électricité nucléaire* |
| *11 décembre 1985:* | *début des travaux d'aménagement sur le site de Wackersdorf, interrompus par une manifestation de 25 000 personnes et par une occupation par 200 à 400 militants écologistes. Ces derniers sont évacués par les forces de l'ordre le 7 janvier 1986 .* |

**1985:** **abandon du projet AVB, et partant négociations entre DWK et Belgoprocess pour l'utilisation de PAMELA afin de vitrifier les produits de fission initialement destinés à être vitrifiés dans l'AVB.**

**6 novembre 1985:** **fin des négociations sur l'Accord forfaitaire.**

*1986*

**10 avril 1986:** **signature à Bruxelles de l'Accord entre le gouvernement belge et Eurochemic sur le règlement forfaitaire des obligations financières d'Eurochemic. Entré en vigueur le 1[er] octobre 1986, il prévoit le paiement de 3690 M FB en 5 annuités jusqu'au 31 décembre 1990.**

*25-26 avril 1986:* *accident technologique majeur à la centrale de Chernobyl 4.*

**1986:** **accord Belgoprocess-DWK pour la vitrification par le procédé PAMELA des 800 m3 de déchets de haute activité primitivement destinés à l'AVB. Les opérations débutent en octobre 1986.**

**5 novembre 1986:** **à l'issue du Conseil d'administration de DWK, la société annonce officiellement qu'elle renonce à participer à la remise en route d'Eurochemic.**

22 décembre 1986: le CEMS prend la décision officielle de ne pas reprendre l'activité de retraitement sur le site de Dessel. Quelques jours auparavant, le 18 décembre 1986, le Gouvernement belge avait chargé l'Ondraf de la décontamination et du démantèlement de l'usine. Par une Convention Etat belge-Ondraf, Belgoprocess S.A. devint une filiale à 100% de l'Ondraf.

*1987*

*1987:* *UP2 cesse de retraiter en campagnes alternées des combustibles RNR, UNGG et REP et ne retraite plus que des REP. De 1966 à 1987 elle aura retraité 5000 t de combustible UNGG, et jusqu'en 1991 3000 t de REP*

*1987:* *accord de transfert de technologie entre SGN, agissant pour elle-même, la Cogéma et le CEA, et Japan Nuclear Fuel Service (JNFS) pour la réalisation de l'usine de retraitement prévue à Rokka Sho Mura (800 t)/an).*

*1987:* *la Junta de Energia Nuclear (JEN) devient le Centro de Investigaciones Energeticas Medioambientales y Tecnologicas (CIEMAT).*

*mars 1987:* *début du «scandale Transnuklear (TN)». Un Directeur commercial nouvellement arrivé chez Transnuklear (2/3 Nukem, 1/3 Transnucléaire française) découvre dans sa comptabilité une caisse noire et des fausses factures. Il porte plainte contre X le 8 avril. Il apparaît que la firme distribuait des pots de vins pour assurer le transport des déchets de faible activité allemands des centrales nucléaires vers les centres de traitement à Karlsruhe, Studsvik et Mol. Mais le scandale passe de Transnuklear au CEN de Mol en novembre 1987. Ce dernier sous-traitait pour TN le conditionnement des déchets allemands, qui devaient faire retour en Allemagne. Or il apparut que les fûts ramenés ne contenaient pas les produits des centrales d'origine. Il y avait eu falsification des étiquettes et non-conformité des contenus.*

**juillet 1987:** **une première estimation du coût total du démantèlement des installations de retraitement est établie à 11 milliards de FB.**

*novembre 1987:* *l'Italie, à la suite d'une série de referenda du 8 novembre (dont un sur le nucléaire), décide un moratoire de 5 ans sur les nouveaux investissements dans le nucléaire.*

*22 décembre 1987:* *suspension temporaire de toutes les autorisations de transport délivrées à Transnuklear. Le 8 janvier, mise à le retraite du Président du Conseil d'administration de TN, un Directeur de Nukem.*

***1988***

1988: gel du programme nucléaire belge. Renonciation à la cinquième tranche de Doel, retrait du programme de surgénérateur de Kalkar, réorganisation du Centre de Mol, création d'un Office Public de Contrôle et de Sécurité des installations Nucléaires (OPCSIN).

*14 janvier 1988: le scandale Transnuklear (TN) s'étend à Nukem. L'enquête faisant apparaître que Nukem était au courant depuis au moins octobre 1987 de la substitution de contenu opérée à Mol. Le Gouvernement fédéral suspend pour Nukem toute autorisation de travailler avec des matières fissiles ou radioactives. Toute l'équipe dirigeante est changée. C'est DEGUSSA, actionnaire à 35% de Nukem, qui se charge de remettre les affaires en ordre. Le scandale devient médiatique lorsque la presse allègue que TN aurait transporté du matériel fissile depuis Mol à travers l'Allemagne vers la Libye ou le Pakistan, nouvelle catégoriquement démentie par la suite mais accréditée sur l'instant par la rapidité des mesures prises par le gouvernement allemand.*

*19 janvier 1988: mise en service du réseau informatique HAGUENET à La Hague.*

**20 janvier 1988: accord avec le CIEMAT sur le montant des arriérés espagnols de 1974 à 1986 et sur un calendrier de paiement jusqu'en décembre 1992.**

*janvier-février 1988: annulation du permis de construire du bâtiment central de Wackersdorf par le tribunal administratif de Bavière. Un nouveau permis modifié est déposé devant la commune, mais ces péripéties juridiques n'affectent pas le chantier.*

*début mars 1988: abandon du projet de construction de la centrale suisse de Kaiseraugst, après 20 années de tergiversations, pour des raisons économiques et politiques.*

17 mars 1988: création d'une Commission d'enquête parlementaire belge sur l'Affaire Transnuklear. Son rapport est déposé le 14 juillet 1988. A la suite de ce rapport le CEN est dessaisi de la gestion de son Département Waste, qui passe à l'ONDRAF-Belgoprocess. La cession fut effective le 1er mars 1990.

*juillet -août 1988: Nukem renonce à ses activités de production de combustible à la suite du scandale TN. Transfert à la CERCA (50/50 Péchiney Framatome) et à une nouvelle société associant Siemens et ABB (Asea Brown Boveri, suédo-suisse). La filiale TN est liquidée au courant du printemps. Nukem se recentre sur l'ingénierie, les services liés au nucléaire autres que le transport et les techniques de protection de l'environnement.*

*10 août 1988: le gouvernement italien adopte un nouveau plan énergétique écartant le recours au nucléaire et privilégiant le charbon.*

*septembre-octobre 1988: réception de combustibles japonais à THORP.*

*novembre-décembre 1988: UP3 entre dans la phase des essais de référence*

**1988: Belgoprocess participe dans le cadre de l'AEN au «programme international en coopération visant l'échange d'informations scientifiques et techniques sur les projets de déclassement d'installations nucléaires» comprenant alors 14 projets.**

***1989***

*30 mars 1989: dépôt du dossier de sûreté de l'usine de retraitement de Rokka Shô Mura.*

*7 juin 1989: l'Accord franco-allemand (Cogéma-Veba) sur le retraitement à UP3 de combustibles allemands signe l'arrêt de mort du projet de Wackersdorf et du retraitement en Allemagne. Onze compagnies d'électricité sur douze confient à la Cogéma le retraitement de leurs combustibles, soit 15 réacteurs sur les 21 du pays, pour des déchargement jusqu'en 2005 et un retraitement jusqu'en 2008 dans UP3. Les 6 autres réacteurs allemands, représentant 31% de la puissance nucléaire installée, seront retraités par BNFL. Dans la foulée il est décidé au début de 1990 d'arrêter toute activité de retraitement en RFA, ce qui entraîne la fermeture de WAK pour 1991-1992 et de deux petits ateliers à Karlsruhe.*

*septembre-octobre 1989: achèvement de l'atelier de vitrification de Sellafield, sur le modèle de l'AVM.*

*septembre-octobre 1989:* *entrée en fonctionnement de l'atelier R7 de vitrification de la Hague, fondé sur l'AVM.*

*mi-novembre 1989:* *la privatisation de l'électricité au Royaume-Uni ne concerne pas le nucléaire, qui reste dans le giron étatique avec Nuclear Electric. Le gouvernement décide un moratoire de 5 ans pour la construction de nouvelles centrales.*

*17 novembre 1989:* *mise en actif de UP3.*

*1989:* *la Cogéma restructure ses activités d'ingénierie autour de six pôles de métiers réunis dans le «réseau EURISYS» (Conseil, ingénierie, informatique, mécanique-maintenance, documentation, essais-assistance technique). SGN chapeaute ce système.*

***1990***

**1990:** **conditionnement du dernier lot de déchets solides de moyenne activité provenant d'Eurochemic.**

*début 1990:* *la France se soumet pour UP3 et ses piscines au contrôle d'Euratom et de l'AIEA.*

*février 1990:* *le rapport Gardner affirme l'existence autour de l'usine de Sellafield d'un lien entre l'exposition parentale à des radiations de faible dose et la survenue statistique de leucémies.*

**mai-juin 1990:** **lancement par l'AEN/OCDE et l'AIEA d'une échelle internationale des évènements nucléaires mise à l'essai jusqu'en fin 1991 et comportant 7 niveaux.**

*23 septembre 1990:* *une votation consécutive à une initiative suisse approuve un moratoire de 10 ans sur toute construction de nouvelle centrale nucléaire.*

*26 septembre 1990:* *mise en service complète de UP3. (Seul l'atelier de vitrification T7 ne fonctionne pas encore).*

**1990:** **démolition complète du gros œuvre des bâtiments 6A et 6B par Belgoprocess dans le cadre du «projet-pilote de déclassement».**

1990: signature d'une Convention entre l'Etat belge, l'ONDRAF et les producteurs d'électricité sur le financement et la gestion jusqu'en l'an 2000 des opérations d'assainissement et de déclassement de BP1 et BP2.

*fin 1990:* *THORP dispose de 6700t de contrats fermes pour 6 Milliards de £ jusqu'en 2002. Le coût prévisionnel de l'usine est estimé à 2,6 Milliards de £. (l'usine entra en service en mars 1994)*

**28 novembre 1990:** **dernière séance du conseil des liquidateurs de la Société Eurochemic. Dissolution de la Société.**

**Après la fin de la Société.**

*31 décembre 1990:* *arrêt du retraitement à WAK. Le coût de la maintenance en attendant le démantèlement est estimé à 128 M DM courants.*

***1991***

*début 1991:* *publication des nouvelles normes de radioprotection par la CIPR, dite "Publication 60".*

*juin 1991:* *25$^{e}$ anniversaire de La Hague. 8500 t de combustibles irradiés ont été retraités, dont 5000 t provenant de réacteurs à uranium naturel gaz-graphite et 3500 t de réacteurs à eau légère.*

**5 septembre 1991:** **Fin de la vitrification dans l'installation PAMELA des derniers effluents de haute activité produits par Eurochemic.**

*CINQUIÈME PARTIE*

# Considérations finales

## *Chapitre premier*

# Eurochemic et l'histoire du retraitement
## Essai de mise en perspective technique

Dans le demi-siècle qui s'est écoulé depuis la mise en marche de la première installation de retraitement et qui a vu se succéder trois générations d'usines[1], Eurochemic occupe une place centrale. Elle partage avec ses héritières directes ou indirectes des caractères communs, qu'elle leur a transmis, comme cela était sa vocation première, suivant des voies qu'il importe de préciser.

Le passage à la troisième génération s'est réalisé largement grâce à un processus d'apprentissage, où Eurochemic a joué un rôle non négligeable. Les difficultés principales qui étaient apparues dans l'exploitation des usines de seconde génération furent résolues par des ruptures technologiques liées à la troisième révolution industrielle, notamment la révolution des matériaux et celle de l'information, dans leurs combinaisons tant cybernétiques qu'informatiques. Les champs d'applications privilégiés de cette révolution industrielle concernèrent les équipements les plus sensibles à la corrosion, les méthodes de maintenance et le système de conduite des usines.

Mais Eurochemic n'a pas été qu'une usine, elle a aussi été le lieu de formation, dans la coopération internationale, d'une génération de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens qui ont acquis une compétence dans le domaine nucléaire ou qui s'y sont reconvertis. L'échec de la formule de retraitement international qu'incarnait Eurochemic a entraîné un essaimage des capacités et des expériences acquises dans des branches d'activités diverses. En suivant quelques carrières se dessine une carte des réseaux d'influence de la «famille Eurochemic», qui permet de mieux comprendre ce qui constituait et constitue encore la culture des cadres de l'entreprise commune.

### La place d'Eurochemic dans l'histoire du retraitement – Essai de généalogie technique

La place d'Eurochemic apparaît comme centrale, au cœur de la génération intermédiaire entre les grandes usines militaires des années cinquante et les grandes installations civiles des années quatre-vingt-dix. Héritière des technologies américaines et françaises, lieu de réalisation d'un double transfert de technologie, elle a permis une extension des techniques du retraitement[2] et a rempli sa tâche de formation d'ingénieurs et de techniciens. L'expérience acquise et le retour d'expérience ont joué un rôle, direct ou plus dilué au fur et à mesure que le temps a passé, dans l'évolution technologique du retraitement depuis les années soixante.

#### *La première génération – Des usines spécialisées dans la production de plutonium (1943-1954)*

La première génération est celle des usines issues de la guerre. Elles ont un but essentiellement militaire. Retraitant de grandes quantités de combustibles[3], elles jouxtent des réacteurs qui leur fournissent la matière première. L'activité est centrée sur le plutonium, qu'il faut produire dans les plus grandes quantités possibles.

---

[1] Michel Lung a proposé lors du séminaire de 1983 sur l'expérience Eurochemic de distinguer 5 générations d'usines dans le monde. ETR 318, p. 147. Les usines canyon (Hanford, SRP) hors génération, puis la première, illustrée par Windscale1, UP1, SAP, et Idaho ; la seconde comprend Eurochemic, NFS, Windscale 2 et UP2 ; la troisième Tokaï Mura, WAK, Barnwell, HAO, Eurex et AT1 ; la quatrième compte UP3, Wackersdorf, Rokka-Shô et Thorp. A partir de cet article et des discussions menées à son sujet avec son auteur j'ai été amené à proposer un découpage différent, fondé sur la notion de rupture technique. Voir aussi l'utilisation de la notion de génération par M. Delange à propos du retraitement français, DELANGE M. (1985a). RGN, 1985,6,pp. 559-568. Ce dernier distingue 4 générations, mais pour la seule histoire française, avec une génération par usine : UP1, UP2, HAO (et AVM), UP3 et UP2-800 enfin.

[2] GOLDSCHMIDT B. (1980), p. 397 voit en Eurochemic un «redoutable pourvoyeur de technologie».

[3] A uranium naturel, et à faible taux de combustion. L'activité par unité de volume de solution est relativement faible (10 à 20 Ci par litre).

Les matériaux et appareillages employés sont très proches de ceux utilisés dans la grande industrie chimique, qui, à travers Du Pont de Nemours, en a été le concepteur et le constructeur. Ainsi naquirent les usines canyon. Elles sont largement enterrées, entièrement télécommandées et se composent de grandes cellules pouvant accueillir toutes sortes d'équipements desservis par un pont roulant.

L'entretien se fait à distance car les niveaux de radioactivité des cellules sont très élevés malgré le retraitement de combustibles à relativement faible taux d'irradiation, s'exprimant en centaines ou en quelques milliers de MWj/tU. Ce que l'on commence à savoir des usines soviétique laisse penser qu'il s'agit de la même logique de fonctionnement.

Cette génération se caractérise par la grande variété des procédés employés, se succédant parfois dans la même usine, comme à Chelyabinsk. Elle s'achève avec le choix du procédé PUREX à Hanford et à Savannah River vers 1953-1954.

La gestion des déchets est embryonnaire, stockage en l'état[4] ou évacuation dans le sol – cas américain, dans les eaux continentales – cas soviétique, ou en mer – cas anglais. C'est l'apogée de la logique de dilution dans l'environnement.

*La seconde génération – Des usines PUREX diversifiées (1955-1977)*

La seconde génération comporte des types plus variés malgré l'adoption quasi-universelle du procédé PUREX pour l'extraction. La variabilité affecte donc les autres étapes du traitement, la tête de procédé, la purification du plutonium et de l'uranium. Ce sont des usines à vocation militaire, mixte ou civile, de tailles très diverses, aux capacités annuelles en général moindres, ce qui peut s'expliquer par l'augmentation des taux de combustion. Elles ont pour but la séparation à la fois de l'uranium et du plutonium. Les matériaux et appareils deviennent plus spécifiques, comme pour les aciers ou alliages spéciaux.

L'attention portée aux déchets et à leur traitement est plus grande[5]. Le principe est celui du stockage ou du traitement différé.

La tendance est à la spécialisation des catégories de déchets et à un effort de réduction du volume. Architecturalement le nombre de cellules est plus élevé, dans la mesure où l'entretien est direct et où il faut pouvoir décontaminer les lieux avant intervention.

Les cellules sont donc plus spécialisées. Le détail des opérations varie en fonction des combustibles traités, dont la variété reflète la multiplication des filières de réacteurs et de combustibles. On retraite des combustibles à uranium naturel et à uranium enrichi dans des proportions pouvant aller jusqu'à 100%, on prépare le retraitement pour les surgénérateurs. Cette seconde génération couvre les années 1955-1977 environ.

Eurochemic n'est pas qu'un excellent exemple de cette génération. Sa polyvalence en fait à la fois un résumé des usines de la seconde génération et la distingue nettement des autres.

*La troisième génération des usines actuelles*

La troisième génération est postérieure à 1977 (Figure 157 [6]). Ces usines à vocation civile sont de grande capacité, moindre toutefois que celles de la première période, mais elles sont capables de retraiter des combustibles à très haut taux de combustion, de l'ordre de 40 000 MWj/tU. Ces usines sont spécialisées dans le retraitement d'un seul type de combustible[7], les combustibles oxydes, qui se sont généralisés avec la victoire,

---

4 Le stockage à long terme de solutions corrosives a donné lieu à de nombreuses fuites. En cas de pannes des systèmes de refroidissement, les solutions peuvent s'évaporer en laissant des résidus instables pouvant causer des explosions. Ces dangers stimulèrent les recherches sur leur stabilisation. Les usines les plus modernes vitrifient les solutions de haute activité au fur et à mesure de leur production. Aujourd'hui on dispose d'une quinzaine d'années d'expérience en matière de stockage provisoire de déchets vitrifiés, mais l'évacuation définitive en dépôts géologiques, techniquement programmée, se heurte à des problèmes politiques complexes.

5 Le rapport à l'espace est de plus différent en Europe. La place y est moins abondante et la densité de population plus forte. Ces facteurs géographiques et culturels généraux ont pu jouer dans le développement d'une logique du confinement comme solution alternative à celle de la dilution caractéristique des débuts du nucléaire.

6 UP3 est en fonctionnement, THORP vient de démarrer, Rokka Shô Mura est en construction, de même qu'UP2-800. Wackersdorf a été abandonnée en 1989 après plus de dix années d'études. La Figure 157 montre les objectifs de la R&D sur ces usines du futur, vus par les Français du CEA en 1979.

7 Mais les formes et les compositions restent variables en fonction des réacteurs, de leurs constructeurs, de la date de leur mise en service, etc.

dans le courant des années soixante, des filières à eau ordinaire et, particulièrement, des réacteurs à eau pressurisée[8].

La rupture technique avec les usines de seconde génération est nette, elle porte à la fois sur les matériaux et sur la logique de maintenance à distance[9]. La révolution informatique entraîne la centralisation du système de collecte et de traitement de l'information dans la surveillance et la conduite du procédé. La présence humaine dans les cellules devient exceptionnelle, ce qui se traduit par une forte réduction des doses reçues. En ce qui concerne les déchets, l'objectif recherché est le conditionnement le plus rapide possible sous le plus faible volume. Cela se traduit dans le procédé par la multiplication des recyclages internes, par l'emploi de réactifs qu'il est possible d'évaporer totalement[10], par la pratique du conditionnement en ligne et par la concentration maximale en effluents de haute activité destinés à la vitrification[11], les condensats inactifs pouvant être rejetés sans risque à l'extérieur. Il y a donc une tendance à la simplification des types d'effluents. En ce qui concerne les déchets gazeux, des procédures de filtration et de purification très sophistiquées ont été développées, en particulier en ce qui concerne le tritium et l'iode.

Ces évolutions ont bien entendu des causes internes, comme l'incorporation du progrès technique, le retour d'expérience, la pression syndicale, etc. Mais l'accent tout particulier mis dans les projets de troisième génération sur la réduction des doses délivrées et sur celle des quantités de déchets émis est aussi lié aux pressions externes, notamment environnementales, dans leurs aspects tant étatiques qu'associatifs. Wackersdorf représente à cet égard un exemple particulièrement parlant.

### Eurochemic et la seconde génération d'usines de retraitement – Histoires de familles

Historiquement et techniquement, Eurochemic se situe au milieu de la seconde génération. Elle est l'héritière directe de Marcoule et de l'ICPP, comme cela a été montré dans la 3e Partie, chapitre premier.

Les lignes qui suivent cherchent d'abord à préciser les liens unissant Eurochemic aux autres usines de la seconde génération. Elles tentent ensuite de montrer en quoi l'usine de Mol a transmis son expérience à deux de ses descendants, l'une de branche française, l'autre de branche allemande (L'influence d'Eurochemic sur l'usine-pilote italienne EUREX n'est qu'évoquée ici, cf. le schéma perspectif en la Figure 158 [12]).

#### *La place d'Eurochemic dans l'arbre généalogique des usines de retraitement*

La Figure 159 tente de préciser la place d'Eurochemic dans l'arbre généalogique des usines de retraitement d'Europe, des Etats-Unis et du Japon. L'arbre ne représente pas tous les établissements mais seulement ceux qui ont quelque rapport avec la Société.

Ainsi n'y figurent pas les usines soviétiques ni chinoises ou indiennes, pour lesquelles aucun lien avec Eurochemic n'est avéré et dont les caractéristiques sont mal connues, sauf pour la première usine indienne de Trombay[13].

Ne s'y trouve qu'un choix restreint d'usines pilotes ou d'installations de laboratoire. Les usines-pilotes ou ateliers n'ayant retraité que des combustibles issus de surgénérateurs sont absents, cet aspect du retraitement n'ayant joué qu'un rôle marginal dans l'histoire d'Eurochemic.

Les liens directs sont figurés par des traits gras, les liens indirects par des traits standards.

---

8 Des projets relatifs aux combustibles irradiés dans les surgénérateurs ou de leur couverture sont poursuivis à l'échelle pilote (et s'arrêtent avec l'abandon progressif de la filière). Les projets actuels envisagent parfois aussi le retraitement des MOX.

9 On retrouve ainsi les caractéristiques de la première génération, mais dans des conditions de réalisation technique bien meilleures.

10 "Salt-free reagents", comme des réactifs ammoniaqués.

11 Ceci conduit par exemple à UP3 à envisager l'abandon du bitumage pour 1995.

12 Les raisons en sont multiples. D'abord, et contrairement à l'usine-pilote allemande, Eurochemic n'a joué qu'un rôle limité, partagé avec la coopération bilatérale avec les Etats-Unis, dans l'acquisition des techniques du retraitement par l'Italie. Ensuite la construction d'EUREX n'a pas débouché sur un projet plus vaste. EUREX 2 est mort-née. D'autre part la documentation qui a été rassemblée est restée très lacunaire, malgré la rapide synthèse faite par S. Cao dans ETR 318, pp. 159-160, et malgré des recherches dans des sources italiennes (cf. la bibliographie en fin d'ouvrage). Enfin parce que la lecture de ces éléments ne semblait pas mener à des conclusions différentes de celles obtenues par l'étude de l'usine-pilote allemande.

13 Trois cartes figurant les installations de retraitement mondiales sont présentées en annexe.

**La recherche et le développement sur le retraitement (voie acqueuse). (Doc. CEA - Division de chimie - DGR - J. Sauteron)**

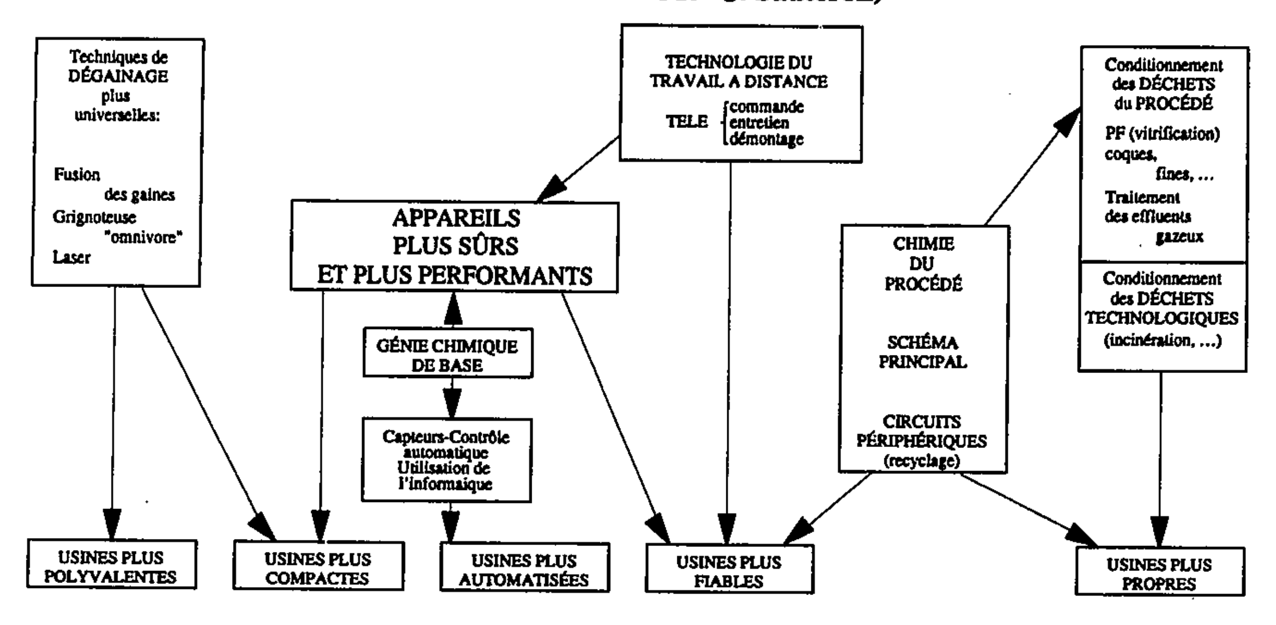



**Figure 157.** Les grands objectifs de la R&D portant sur le retraitement au CEA en 1979. (Source : PIATIER H. (1979), p. 162.)

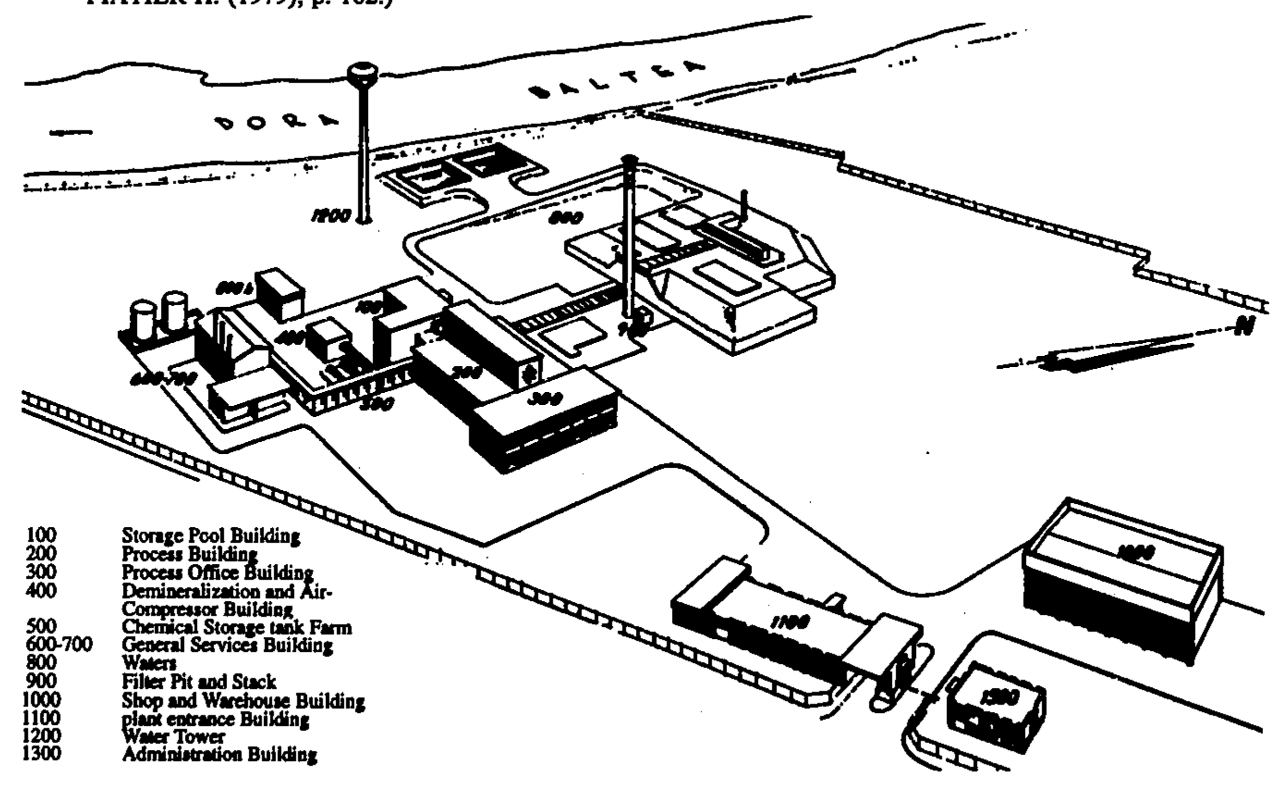



**Figure 158.** Schéma en perspective du site d'EUREX. EUREX s'inspire directement d'Eurochemic dans l'organisation des bâtiments. (Source : CALLERI G., CAO S. et al. (1972), p. 378.)



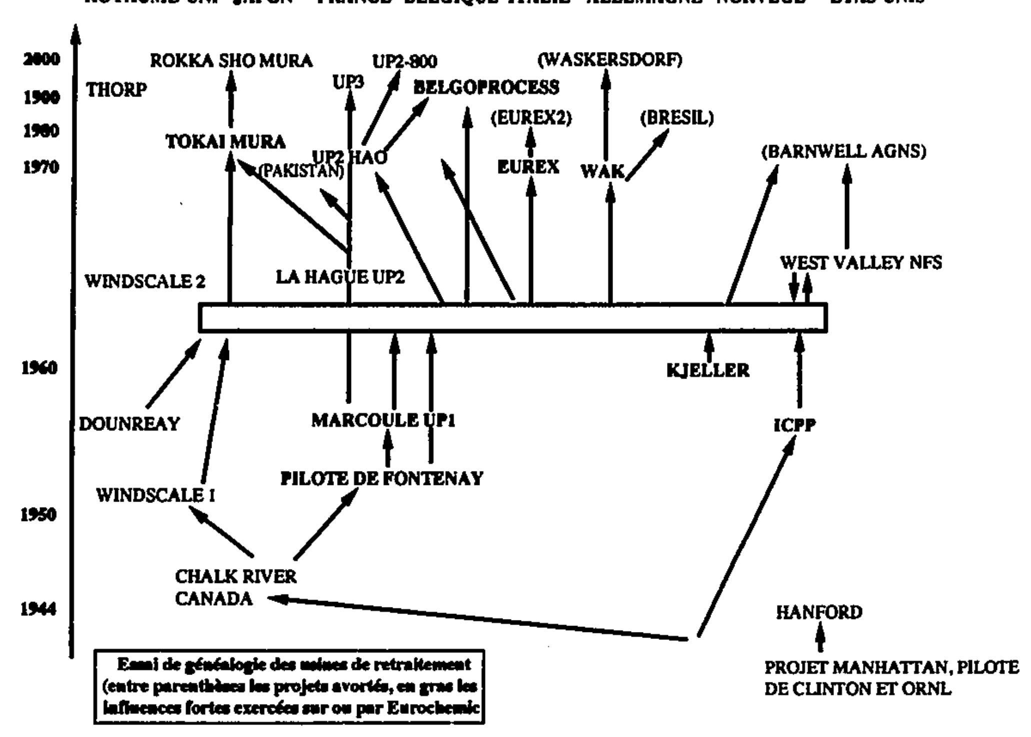




**Figure 159.** Arbre généalogique d'Eurochemic. Essai de synthèse.

La place centrale allouée à Eurochemic est liée à l'objet même de la figure et ne signifie pas qu'Eurochemic fut un passage obligé de l'industrie du retraitement dans les pays figurant sur le schéma.

Les projets non réalisés sont présentés entre parenthèses[14].

Le cas de l'usine Belgoprocess de SYBELPRO ayant fait l'objet d'une présentation dans la 4ᵉ Partie, chapitre 2, et ceux de Tokaï, d'EUREX et de WAK étant examinés en détail plus loin, il faut préciser ici la nature des relations avec les autres usines.

Si, du côté des ascendants, Eurochemic a deux ancêtres directs, l'un américain, l'autre français, l'ICPP et UP1[15], elle profita également au tout début de son existence de l'expérience de Windscale 1 et de Dounreay, à travers la coopération du Royaume-Uni au Syndicat d'études, à travers la participation d' entreprises britanniques à la construction des laboratoires chauds ainsi qu'à travers la fourniture de certains matériels[16]. L'influence directe d'Eurochemic sur les usines britanniques ultérieures est très probablement nulle.

Eurochemic bénéficia également de l'expérience acquise par certains scientifiques et ingénieurs de Kjeller et utilisa d'ailleurs cette petite installation internationale pour tester certains aspects du procédé. Kjeller lui fournit certains de ses cadres, comme Teun Barendregt. L'activité du pilote norvégien cessa d'ailleurs avec l'entrée en fonctionnement de l'usine de Mol, l'apprentissage s'y poursuivant pour les pays nordiques et les Pays-Bas.

Du côté des descendants, et malgré l'existence de la coopération exemplaire établie dès les débuts de l'expérience entre les Etats-Unis et Eurochemic, l'influence de l'usine sur l'industrie du retraitement aux Etats-Unis est ténue. Il y a cela plusieurs raisons.

D'après Earl Shank[17], l'information collectée par les Américains, lors de la phase de construction et pendant les premières années d'exploitation, fut uniquement diffusée dans les centres de recherche dépendant de

[14] Barnwell a été construite, mais n'est jamais entrée en service.

[15] Cf. 3ᵉ Partie, chap. premier.

[16] En particulier un évaporateur sous vide installé dans la station de traitement des effluents, qui donna toujours pleine satisfaction. La robustesse des évaporateurs britanniques de ce type a d'après Michel Lung conduit les concepteurs de Rokka Shô à commander au Royaume-Uni les leurs.

[17] Entretien du 19 avril 1994.

l'USAEC et ne parvint pas aux entreprises privées intéressées par le retraitement[18]. De fait, NFS n'eut accès aux données que par les relations directes qu'elle entretenait avec Eurochemic[19].

L'influence d'Eurochemic aurait pu être plus importante sur Barnwell. Allied Chemicals engagea en effet Earl Shank comme Directeur de l'ingénierie à l'issue de sa mission à Mol. Mais très rapidement ce dernier s'y sentit mal à l'aise. Il avait d'une part le mal du pays – la Belgique – et d'autre part supportait difficilement la tutelle de la Direction commerciale sur les bureaux d'études[20].

Earl Shank quitta donc les Etats-Unis au bout de deux ans pour retourner en Belgique. Il avait gardé des liens d'amitié avec Teun Barendregt, qui avait poursuivi sa carrière chez Comprimo comme Directeur général après avoir quitté Eurochemic. L'ancien Directeur technique l'engagea donc dans la filiale belge qui venait d'être créée à Anvers.

Barnwell ne fut d'ailleurs jamais mise en service à la suite de la renonciation Carter[21] et aucune usine de retraitement n'a vu le jour depuis, ce qui est bien entendu le facteur le plus important pour expliquer la faiblesse de l'influence d'Eurochemic aux Etats-Unis.

En revanche Eurochemic inspira directement des projets en Italie et en Allemagne.

L'étude du cas allemand permet de suivre de près les modalités de l'acquisition d'un savoir-faire industriel national par l'utilisation de l'entreprise internationale que fut Eurochemic.

La naissance de l'usine pilote de Karlsruhe, la Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK), première étape nationale de la stratégie d'acquisition par l'Allemagne de la technologie du retraitement, est en effet étroitement imbriquée à Eurochemic.

***Eurochemic et l'Allemagne – De l'apprentissage international à l'appropriation nationale d'une technologie avancée*** [22]

*EUROCHEMIC, WAK, l'Etat et l'industrie allemande*

La participation allemande à Eurochemic, victoire provisoire de la solution internationale (1956-1962)

La volonté des industriels de la chimie allemande s'était manifestée, dès 1956, dans la création par Hoechst d'un laboratoire radiochimique près de Francfort[23]. La participation allemande dans Eurochemic n'avait pas entraîné la renonciation à l'idée de créer une usine-pilote allemande. Eurochemic était certes le moyen le plus rapide et le moins coûteux pour avoir accès aux informations américaines et françaises[24], mais l'usine-pilote internationale ne permettait pas à l'industrie nationale de maîtriser l'ensemble des savoir-faire nécessaires. Les difficultés avec lesquelles le Ministère de l'Atome obtint que les entreprises privées souscrivent des actions prouvent que le projet international avait davantage le soutien des autorités gouvernementales que des intérêts privés.

Ces derniers revinrent rapidement à la charge pour promouvoir une usine-pilote nationale.

Dès 1961, alors que venait d'être élaboré le plan détaillé de l'usine Eurochemic, la DAtK[25], sous la pression des chimistes et particulièrement de Hoechst, recommandait au Ministère de l'atome et de l'eau[26] d'envisager une usine-pilote allemande et de prévoir le programme de R&D nécessaire. La première forme du projet était complémentaire d'Eurochemic, puisqu'on envisageait une petite unité de retraitement[27] du

---

[18] Il y a deux raisons à cela. D'abord les liens très lâches entre l'USAEC et l'industrie privée. Ensuite le respect par l'USAEC du caractère bilatéral, au sens institutionnel et non national, de ses relations avec Eurochemic.

[19] Des visites réciproques eurent lieu ainsi que des échanges d'information, mais le parallélisme de la construction limitait les influences. Chaque partie observait l'autre. Les visiteurs d'Eurochemic gardent de l'usine de West Valley une impression mitigée, dominée par le souvenir des fuites et des contaminations («Ça pissait de partout»).

[20] «L'obsession du cash flow conduisait à une exiguïté des cellules telle que les interventions ultérieures devenaient difficilement envisageables».

[21] Cf. 4e Partie, chap. premier.

[22] Sources : SCHÜLLER W.(1985), pp. 178-181, WEINLÄNDER W., HUPPERT K.L., WEISHAUPT M. (1991), AtW(1970).

[23] Cf. 1re Partie, chap. 2.

[24] SCHÜLLER W. (1985), p. 178: [Eurochemic] "hat es uns ermöglicht, den Anschluß an das in den USA und in Frankreich vorhandene Know-how auf dem Gebiet der Wiederaufarbeitung zu finden". [Eurochemic] nous a permis de nous mettre en connexion avec le savoir-faire américain et français qui existait dans le domaine du retraitement».

[25] Arbeitskreis III/2, Fachkommission III.

[26] Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft.

[27] Technikumsanlage.

combustible du réacteur de recherche MZFR, qui aurait été abritée dans le laboratoire radiochimique de Hoechst. Son coût était évalué à 15 M DM. Le projet ne souleva pas à l'époque l'enthousiasme des autorités, qui considéraient que l'expérience Eurochemic était suffisante et que la priorité devait être accordée à la maîtrise des réacteurs[28].

Le projet fut donc renvoyé à plus tard et réapparut sous une forme modifiée. En 1963 il était élargi aux combustibles des réacteurs à eau légère et un site avait été choisi à proximité du Centre de Recherches nucléaires de Karlsruhe[29]. Karl Winnacker et Ludwig Küchler avaient dans l'intervalle fait avancer l'idée qu'une usine-pilote allemande financée par l'Etat était une étape indispensable pour fournir la large base d'expérience[30] nécessaire au passage à l'échelle industrielle[31].

Une usine-pilote allemande voit le jour (1963-1971)

Le résultat de l'initiative renouvelée de Hoechst fut cette fois positif, puisque le 20 mai 1963 le Ministère de la Recherche Scientifique[32] décidait de lancer une étude sur une installation pilote de retraitement des combustibles oxydes. Il dégageait 3 M DM pour l'étude préliminaire et les programmes de recherche gravitant autour d'elle.

IGK, l'association des trois architectes industriels allemands, Leybold, Lurgi et Uhde, participant à Eurochemic, fut ainsi chargée de l'étude préliminaire, qui fut présentée au cours de l'été 1964.

Le 18 décembre 1964 était créée à Francfort la Société qui devait être l'exploitante de WAK, la Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen (GWK). Elle avait alors 3 actionnaires. Hoechst possédait 50% du capital, les Gelsenkirchener Bergwerke AG (GBAG, ultérieurement Gelsenberg AG) 25%, et Nukem GmbH 25%. Par la suite, Hoechst devait céder la moitié de sa part à Bayer AG. 60 M DM étaient prévus dans le budget pour la Gesellschaft für Kernforschung mbH – Geschäftsbereich Versuchsanlagen (GfK/V), la société publique propriétaire de l'usine.

Le projet avança sur le papier jusqu'au début de 1966. A cette date une crise faillit lui être fatale. Elle avait deux causes. D'abord des divergences de vues surgirent entre le maître d'œuvre et IGK sur le coût. Ensuite des critiques s'élevèrent à l'encontre du procédé PUREX, qui avait été choisi comme base du projet. La General Electric avait en effet proposé tant au BMwF qu'à Hoechst de construire en Allemagne une installation utilisant le procédé révolutionnaire Aquafluor[33]. Certains au Ministère de la recherche et dans l'industrie étaient tentés par un «coup de poker» technologique. En mai 1966 toutefois le différend sur le financement fut surmonté, et la solution Aquafluor repoussée au profit du procédé PUREX. En janvier 1967, alors même que débutait le retraitement à Eurochemic, commencèrent les travaux de construction. La première campagne de retraitement s'amorça le 7 septembre 1971.

*EUROCHEMIC et WAK*

Eurochemic, centre d'apprentissage du retraitement allemand avant la mise en service de WAK

Pendant toute la période, l'expérience Eurochemic fut directement transférée dans leur pays par les Allemands qui, en tant qu'actionnaires de la Société, avaient accès à l'ensemble des informations et qui utilisèrent la Société comme centre de formation d'une partie de leurs ingénieurs et techniciens (Tableau 119).

Le nombre des cadres et techniciens allemands présents à Eurochemic s'élève de 4 à 13 entre la fin de 1961 et la fin de 1966, passe à 12 en 1968 puis à 13 en 1969, avant de décroître rapidement. Il n'y en a plus que 3 en 1971 et 1 seul en 1972, alors que WAK a démarré. En pourcentage, les Allemands représentent jusqu'en 1968 8% de l'effectif d'Eurochemic et jusqu'en 1969 environ 30% des cadres et techniciens. Après ces dates les pourcentages diminuent pour atteindre un minimum en 1972 avec respectivement 2% et 10% de l'effectif.

Deux cas personnels peuvent être cités pour montrer les liens étroits qui se sont établis à haut niveau entre les deux usines.

---

28 C'est un domaine dans lequel les intérêts de l'industrie chimique étaient moindres.

29 L'usine se trouve à 10 km de la ville de Karlsruhe, sur un terrain de 200 x 200 m situé à proximité du Centre nucléaire, dont elle utilise la station de traitement des effluents ainsi que différents services. Le parallélisme avec Eurochemic est à cet égard frappant.

30 "Die breite Erfahrungsbasis".

31 AtW (1967), p. 194.

32 BMwF: Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung.

33 Rappelons qu'il permettait de sortir de l'usine de l'hexafluorure directement recyclable dans les usines d'enrichissement. Il s'agit là peut-être d'une tentative d'expérimentation à l'échelle pilote du procédé de laboratoire mis au point par General Electric, et qui allait être vainement transposée à l'échelle industrielle aux Etats-Unis dans l'usine de Morris au début des années soixante-dix.

Tableau 119. Evolution du personnel allemand à Eurochemic

| | Cadres (catégories A et B) | Ensemble (ABCD) | % cadres | %ensemble |
|---|---|---|---|---|
| 1961 | 4 | 15 | 20,6 | 11,5 |
| 1962 | n.c. | n.c. | n.c. | n.c. |
| 1963 | 9 | 26 | 34,6 | 9,6 |
| 1964 | n.c. | n.c. | n.c. | n.c. |
| 1965 | n.c. | n.c. | n.c. | n.c. |
| 1966 | 13 | 29 | 26,1 | 7,7 |
| 1967 | 12 | 26 | 25,8 | 7,1 |
| 1968 | 13 | 26 | 30,3 | 7,3 |
| 1969 | 10 | 17 | 28,3 | 5,2 |
| 1970 | 6 | 12 | 21,3 | 3,9 |
| 1971 | 3 | 9 | 15,7 | 3,0 |
| 1972 | 1 | 4 | 7,7 | 1,7 |
| 1973 | | 4 | | 1,7 |
| 1974 | | 4 | | 2,4 |
| 1975 | | 4 | | 2,4 |
| 1976 | | 4 | | 2,3 |
| 1977 | | 5 | | 2,6 |
| 1978 | | 6 | | 3,1 |
| 1979 | | 6 | | 2,9 |
| 1980 | | 6 | | 2,9 |
| 1981 | | 6 | | 3,0 |
| 1982 | | 7 | | 3,1 |

Deux des directeurs de WAK ont en effet occupé pendant plusieurs années des fonctions importantes à Eurochemic. C'est le cas de Walter Schüller, qui faisait partie du Bureau d'études et de recherches en 1959, où il dirigeait la section du génie civil avant d'être à la tête de la section des services nucléaires rattachée à la direction technique. Il était considéré comme «l'homme de Hoechst» à Eurochemic, suivit toute la phase préparatoire et la plus grande partie de la construction jusqu'à son retour en Allemagne en 1965. Il devint Directeur technique de WAK en 1970 et assura en 1985 la présidence du Conseil de surveillance de l'entreprise.

C'est également le cas de Wilhelm Heinz, qui en 1964 était le chef du laboratoire analytique de l'usine et qui devint, pendant la phase du retraitement, le chef de la Division de l'exploitation jusqu'à la réforme de 1972.

Lors de la période de conception et de construction, des entreprises allemandes purent réinvestir presque immédiatement le savoir-faire acquis à Eurochemic.

Réinvestissement et élargissement des savoir-faire industriels et d'ingénierie

La conception et la construction de WAK furent en effet presque totalement confiées à des entreprises allemandes[34]. Sur les 118 firmes énumérées par la revue *Atomwirtschaft* comme fournisseurs de WAK, on trouve seulement une entreprise néerlandaise, filiale d'une entreprise américaine fabriquant du matériel très spécialisé (Baird Atomic Europe N.V. La Haye), une entreprise autrichienne et une entreprise suisse. On y retrouve des entreprises allemandes ayant participé à la construction d'Eurochemic qui, fortes de leur expérience, occupent une place de choix. C'est le cas de l'IGK formée de l'association Uhde Leybold et Lurgi qui est désormais l'architecte industriel de l'ensemble de l'usine. Le génie civil est confié à une association dans laquelle on retrouve des partenaires d'Eurochemic comme Wayss & Freytag KG ou Hochtief AG. Parmi les fournisseur de machines, on retrouve en particulier Essener Apparatenbau GmbH[35], qui fournit le conditionnement pour le transport du plutonium, des évaporateurs et des condenseurs.

Mais la plupart des entreprises allemandes parties à WAK n'avaient pas participé à la construction d'Eurochemic. L'essaimage technologique se fit donc en deux temps, par transfert d'abord, puis par dissémination.

[34] AtW (1970), 2, p. 96.

[35] Constructeur du premier dissolveur pour Eurochemic. Ce cas est étudié en détail plus loin.

Deux usines-pilotes comparables et complémentaires

Grâce à WAK et à sa participation dans Eurochemic, l'Allemagne disposa de deux usines pilotes de retraitement, à la fois concurrentes et complémentaires, de surcroît assez proches géographiquement. Architecturalement l'inspiration est directe. Techniquement les usines se complètent.

Architecturalement WAK est une installation plus petite qu'Eurochemic (Figures 160 et 161). La compacité du bâtiment principal s'inspire nettement de cette dernière. Les piscines (164a) jouxtent les cellules comme pour l'usine de Mol. Toutefois aucune paroi des cellules n'a de face donnant sur l'extérieur du bâtiment, ce qui est le cas à Eurochemic. A l'Ouest des cellules se trouvent en effet des pièces de service et d'approvisionnement en produits chimiques (155-156). Les laboratoires se trouvent dans le bâtiment, séparés des cellules par le couloir de service et la zone d'intervention.

Du point de vue technique, WAK est, par certains aspects, une réplique d'Eurochemic et par d'autres, une installation complémentaire[36]. Le décalage chronologique des projets explique la spécialisation de WAK. Il s'agissait de construire une usine fonctionnelle pour le retraitement des réacteurs à eau ordinaire ou à eau lourde, qui étaient considérés en Allemagne au milieu des années soixante comme les deux voies possibles pour le développement de l'électronucléaire national, et d'expérimenter ainsi des solutions pour lesquelles les choix restaient ouverts.

Le tableau 120 tente une comparaison technique entre les deux usines-pilotes telles qu'elles apparaissaient en 1970[37].

Tableau 120. **Comparaison technique entre WAK et Eurochemic en 1970**

| | WAK (en 1970) | Eurochemic (en 1970) | Remarques |
|---|---|---|---|
| Tête de procédé | cisaillage mécanique, pelage (chop and leach), et dissolution chimiques | dégainage et dissolution chimiques | choix pour WAK lié à la nature du combustible retraité et au retour d'expérience Eurochemic |
| Extraction, séparation U/Pu et décontamination | PUREX à 2 cycles (TBP à 30%) Mélangeurs-décanteurs | PUREX, nombre de cycles variables (2 ou 3) (TBP à 30%), colonnes pulsées | choix des mélangeurs décanteurs à WAK comme complément des colonnes pulsées d'Eurochemic. |
| Queue de procédé | silicagel (U) Echange d'ions (Pu) Echange d'ions (neptunium prévu) | idem Plusieurs solutions expérimentées (échanges d'ions, colonnes pulsées) | |
| Gestion des effluents | stockage intermédiaire des effluents concentrés, vitrification envisagée et évacuation en mine de sel (Asse II) | stockage intermédiaire des effluents concentrés, études de solidification en cours | |
| Transmission des informations | prélèvement automatique des échantillons (système THOREX) pneumatique | idem électrique | exploration d'une méthode moins coûteuse. |
| Nature du combustible | $UO_2$ en gaine d'acier ou de zircalloy | Divers. | WAK est spécialisée |
| Enrichissement maximal | 3% U235 | De l'uranium naturel à l'enrichi à 100% | Cf. supra. |
| Taux de combustion maximal | 20 000 MWj/TU | 25 000 MWJ/t (conçue initialement pour 10 000 MWj/t) | croissance des taux avec l'expérience des réacteurs |
| Produits finals | solution de nitrate d'uranium (450g/l) nitrate de Pu(250g Pu/l) (dioxyde de neptunium prévu) | idem et UF4 (SFU) oxyde de Pu (neptunium envisagé en laboratoire) | récupération du Np 237 comme produit intermédiaire pour le Pu238 (pour batteries isotopiques) pas de purification finale du Pu (source de déboires techniques) |
| Capacité | 200 kg $UO_2$/j ou 40 t/an (200 j/an) | 350 kg/j ou 60 t/an | capacité plus faible, pilote national sans aucune vocation industrielle. |

[36] AtW (1967), p. 196-197.

[37] Source pour WAK: AtW (1970) p.83.

Plan sommaire du site de WAK
1 Bâtiment
2 Stockage des produits finals
3 Stockage des déchets et effluents
4 Station d'alimentation en énergie
5 Stockage des produits chimiques
6 Ateliers et bureaux
7 Cheminée

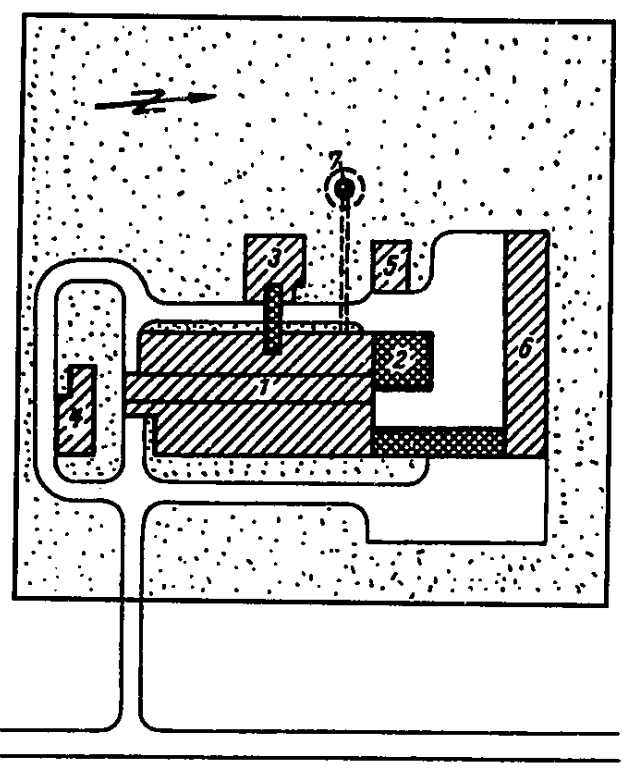
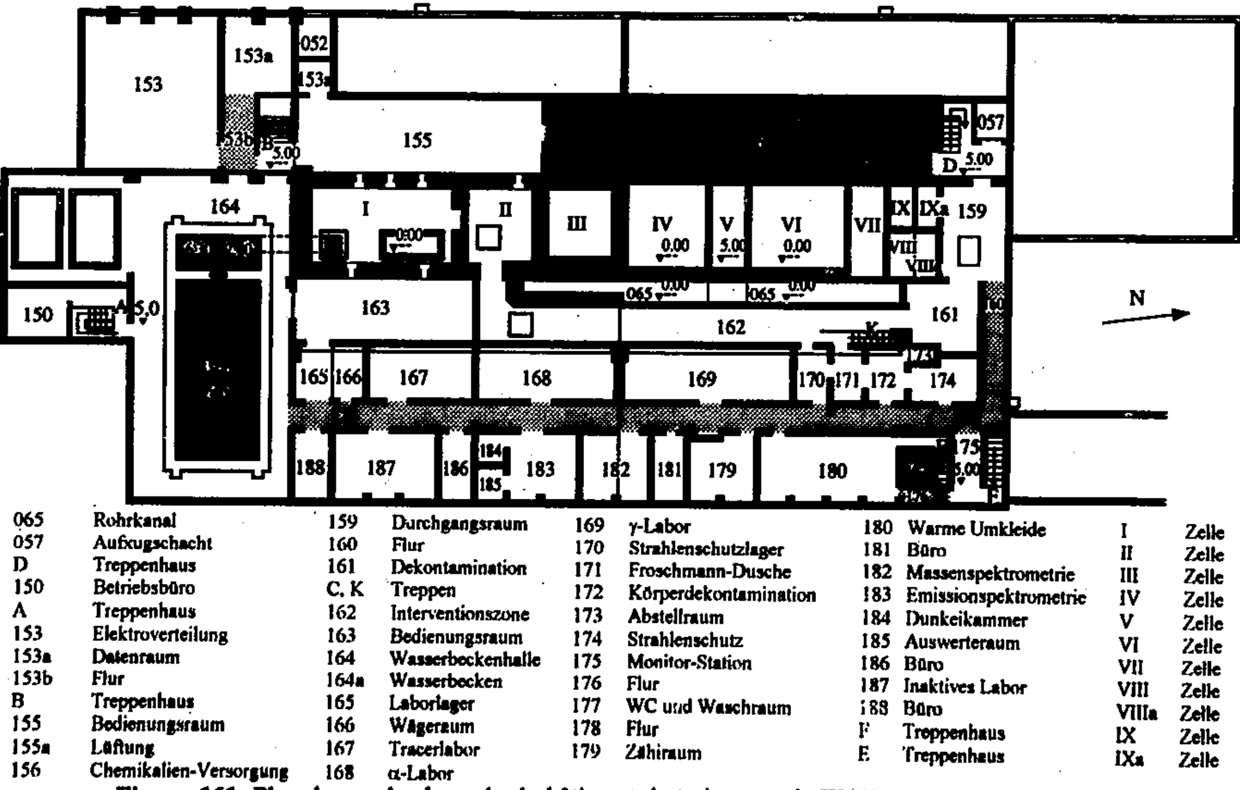



**Figure 160.** Plan sommaire du site de WAK. 1. Bâtiment de traitement. 2. Stockage des produits finals. 3. Stockage des déchets et effluents. 4. Station d'alimentation en énergie. 5. Stockage des produits chimiques. 6. Ateliers et bureaux. 7. Cheminée. (Source : AtW (1967), p. 197.)




| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 065 | Rohrkanal | 159 | Durchgangsraum | 169 | γ-Labor | 180 | Warme Umkleide | I | Zelle |
| 057 | Aufzugschacht | 160 | Flur | 170 | Strahlenschutzlager | 181 | Büro | II | Zelle |
| D | Treppenhaus | 161 | Dekontamination | 171 | Froschmann-Dusche | 182 | Massenspektrometrie | III | Zelle |
| 150 | Betriebsbüro | C, K | Treppen | 172 | Körperdekontamination | 183 | Emissionspektrometrie | IV | Zelle |
| A | Treppenhaus | 162 | Interventionszone | 173 | Abstellraum | 184 | Dunkelkammer | V | Zelle |
| 153 | Elektroverteilung | 163 | Bedienungsraum | 174 | Strahlenschutz | 185 | Auswerteraum | VI | Zelle |
| 153a | Datenraum | 164 | Wasserbeckenhalle | 175 | Monitor-Station | 186 | Büro | VII | Zelle |
| 153b | Flur | 164a | Wasserbecken | 176 | Flur | 187 | Inaktives Labor | VIII | Zelle |
| B | Treppenhaus | 165 | Laborlager | 177 | WC und Waschraum | 188 | Büro | VIIIa | Zelle |
| 155 | Bedienungsraum | 166 | Wägeraum | 178 | Flur | F | Treppenhaus | IX | Zelle |
| 155a | Lüftung | 167 | Tracerlabor | 179 | Zählraum | E | Treppenhaus | IXa | Zelle |
| 156 | Chemikalien-Versorgung | 168 | α-Labor | | | | | | |

**Figure 161.** Plan du rez-de-chaussée du bâtiment de traitement de WAK. Les piscines de stockage et de dégainage mécanique jouxtent les cellules actives, qui sont peu nombreuses, de tailles inégales et totalement entourées de zones de service. L'usine est très compacte et plus petite qu'Eurochemic. (Source : AtW (1970), p. 76.)

*WAK, première étape d'un projet finalement avorté de construction d'une grande usine nationale*

La construction de l'usine de WAK fut l'occasion d'un véritable essaimage technologique à partir de l'apprentissage fait à Eurochemic. A la fin de la construction de WAK, l'Allemagne était prête technologiquement à construire de nouvelles usines, voire à exporter une usine-pilote, comme cela fut prévu en 1975 au Brésil.

Par sa politique d'association à UNIREP, l'Allemagne obtenait une part du futur marché européen. Elle se lançait alors dans le projet d'une grande usine initialement prévue à Gorleben au sein d'un ensemble intégré de gestion du combustible nucléaire. Mais les difficultés politiques – refus du nucléaire par une partie non négligeable de la population, poids du lobby charbonnier, complexité des procédures d'autorisation dans une structure fédérale, etc. – en firent une usine nomade pendant quelques années, jusqu'à ce que soit choisi, acheté et aménagé le site bavarois de Wackersdorf.

Pendant ces années d'errance de la grande usine nationale, WAK et Eurochemic allaient servir à expérimenter de nouveaux aspects du procédé, à former des scientifiques, des techniciens et des opérateurs. On a vu le rôle du site belge dans le développement de la vitrification allemande avec PAMELA. On verra plus loin celui de Lahde dans l'expérimentation du système de maintenance.

Mais Wackersdorf ne put se faire[38]. La décision d'abandon du projet entraîna naturellement la fermeture de WAK. Toute activité de retraitement y cessa le 31 décembre 1990, un mois donc après la disparition d'Eurochemic. Pendant l'été 1993 un plan complet de démantèlement a été publié, et 77 M DM ont été débloqués jusqu'en 1995 pour commencer les travaux[39].

*L'exploitation de WAK et celle d'Eurochemic – Des problèmes communs, résolus partiellement à WAK dans la durée*

Etablir des parallèles entre deux usines est toujours hasardeux. Eurochemic et WAK sont deux usines de tailles comparables mises en service à 5 années de distance, par des équipes qui avaient des points communs. Eurochemic interrompit ses activités au bout de 8 années de retraitement, WAK les poursuivit pendant 19 années pendant lesquelles elle a retraité 207 t de combustibles, partagées presque également entre des combustibles de réacteurs à eau ordinaire et à eau lourde. L'histoire de l'exploitation de WAK met en évidence des problèmes de départ comparables, très largement imputables à l'état général des techniques existantes lors de la phase de conception et qui sont donc des problèmes de génération.

La différence des têtes de procédé rend difficile les comparaisons à cette étape. WAK connut toutefois une fuite de dissolveur, corrodé après neuf années de fonctionnement. L'incident interrompit l'exploitation de l'usine de mai 1980 à octobre 1982.

Comme dans l'usine de Mol, des difficultés précoces survinrent avec les évaporateurs et les condenseurs, dans le cycle du plutonium et dans l'intercycle de l'uranium, dès les premières années de fonctionnement, en 1974 et 1978.

Comme Eurochemic, WAK connut des complications avec la concentration du plutonium, mais s'épargna par la livraison de nitrate de plutonium tous les problèmes rencontrés par Eurochemic dans les opérations de précipitation et de purification[40].

Pour WAK les MUF de l'uranium furent plus élevés qu'à Eurochemic, mais plus faibles pour le plutonium en raison de l'absence de transformation du nitrate. Les taux s'élevèrent à 0,9% pour l'uranium, contre 0,22 à Eurochemic, et 1,1 % pour le plutonium, contre 1,8 à Eurochemic.

Le retraitement de 207 t de combustibles par WAK produisit 73 $m^3$ de concentrats d'effluents hautement radioactifs, soit une production de 0,352 $m^3$ par tonne d'uranium retraité, qu'il est prévu de vitrifier dans PAMELA. Ces chiffres sont à comparer avec les 65 $m^3$ produits par le retraitement des LEU à Mol, résultant du retraitement 181,3 t de LEU, soit une production de 0,358 $m^3$/t U. Les deux chiffres, très proches, démontrent, si besoin en était encore, le parallélisme des techniques utilisées dans les deux usines.

---

38 Les raisons de l'abandon du projet sont complexes. Les chimistes allemands s'étaient désengagés au profit des électriciens, plus intéressés par la perspective de faire retraiter au meilleur coût que de financer un projet très ambitieux techniquement. Le contexte général de montée des sensibilités écologistes, les batailles juridiques permanentes et les soupçons de prolifération pesant sur l'activité de retraitement ne poussèrent pas le gouvernement fédéral à soutenir le projet.

39 AtW (1993), p.573.

40 Eurochemic ne disposait pas, contrairement à WAK, d'une usine proche fabriquant du combustible, et devait livrer du plutonium sous forme solide. La calcination de l'oxalate est une opération délicate à mener si l'on veut obtenir un plutonium récupérable.

WAK eut cependant la possibilité au cours de ses dix-neuf années de fonctionnement, durée dont ne bénéficia pas Eurochemic, de régler certains problèmes. Ce fut notamment le cas de ceux des doses délivrées et des émissions gazeuses.

WAK réduisit considérablement les doses moyennes.

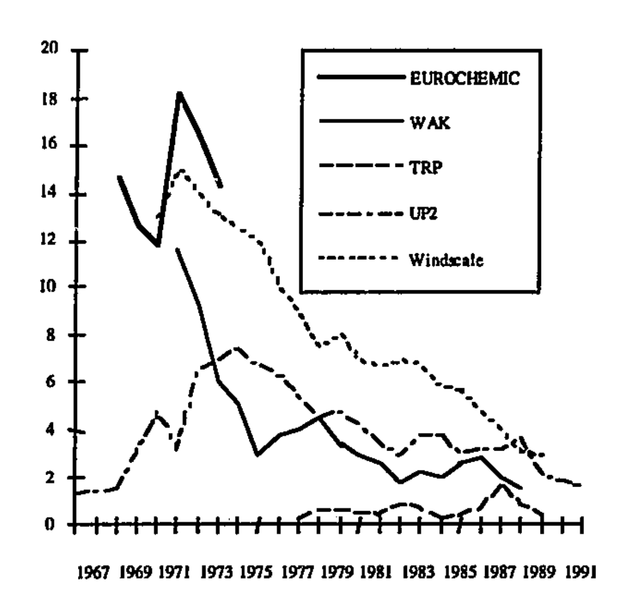



**Figure 162.** Variation des doses moyennes annuelles dans quelques usines de retraitement de 1967 à 1992 en mSv/personne/an.

Le graphique ci-dessus, établi à partir des statistiques présentées dans la 3e Partie, chapitre 4, permet de mettre en évidence que, partie de niveaux relativement élevés et comparables à ceux atteints dans l'usine de Mol, autour de 12 mSv/an, la sécurité des personnels put rejoindre les niveaux des usines actuelles. Cette évolution se fit par deux types de moyens. Le premier est de type technique et normatif. Il s'agit de l'amélioration permanente des méthodes de suivi et d'encadrement des opérations en zone surveillée.

Le second est simple mais coûteux en salaires. C'est l'augmentation du nombre de personnes travaillant en zone contrôlée[41]. WAK, qui démarra avec 250 employés, finit par en compter 430, dont 340 en zone contrôlée. A cela s'ajouta le recours occasionnel à des intervenants extérieurs. Eurochemic ne disposa jamais pendant sa courte période de retraitement de ce type de moyen dans les mêmes proportions[42].

L'autre grand progrès réalisé à WAK concerne les émissions gazeuses. Les dispositifs de surveillance se multiplièrent avec le temps et les méthodes de filtration firent des progrès.

Au départ la situation était comparable à celle d'Eurochemic. Étaient surveillées les émissions alpha, bêta, le krypton 85, l'iode 131 et le tritium. Mais s'ajoutèrent les suivis de l'iode 129, du strontium 90, du carbone 14 et du plutonium 241. Des méthodes spécifiques de récupération furent développées et mises au point en Allemagne, notamment en ce qui concerne l'iode 131, et appliquées à WAK. Celles-ci constituent aujourd'hui dans le domaine nucléaire un des pôles d'excellence de l'industrie allemande. Ainsi, dans le panachage d'importations de technologies pour Rokka Shô (cf. infra), le Japon a choisi le recours à la technologie allemande pour l'élimination de l'iode.

L'étude comparée entre Eurochemic et WAK laisse penser que l'idée de remettre en service l'usine de Mol, même si elle a été politiquement et économiquement impossible, était techniquement fondée. Elle permet aussi de mettre en évidence la communauté des problèmes de deux usines ayant un objet presque similaire et appartenant à la même génération.

---

[41] Il fut aussi largement utilisé à Tokaï Mura. Eurochemic ne put recourir à ce moyen simple de «socialisation des doses» pour des raisons financières.

[42] Pendant la période de retraitement, le nombre de personnes extérieures ne dépassa jamais quelques dizaines en même temps. Les plans sociaux de l'entreprise allaient en effet plutôt dans le sens d'une réduction des effectifs (cf. 3e Partie, chap. 4).

L'influence d'Eurochemic s'exerça également au Japon, ce qui est pour le moins paradoxal puisque ce pays n'a jamais été membre de la Société et qu'il n'a adhéré qu'à la fin de la période de retraitement à l'AEEN, devenue d'ailleurs pour l'occasion AEN. Le paradoxe s'explique par le rôle de la France et de SGN. A deux exceptions près la France n'utilisa que peu, pour son propre développement, l'expérience acquise à Eurochemic. Mais elle utilisa son expérience dans Eurochemic pour exporter ses technologies au Japon.

### *Eurochemic, la France et le Japon*

#### *L'influence d'Eurochemic fut très faible sur les usines françaises de retraitement*

Le cloisonnement UP2-Eurochemic chez SGN

Comme West Valley, UP2 et Eurochemic furent construites en même temps. On aurait pu s'attendre à des influences croisées entre les deux usines, d'autant plus que c'est la même société d'ingénierie qui en était l'architecte industriel. Il n'en a rien été. C'est même cette concomitance d'une forte charge de travail qui explique très certainement l'absence de communication entre les deux équipes de SGN chargées, l'une de construire le premier établissement de La Hague, l'autre l'usine internationale. UP2 est la sœur d'Eurochemic, avec laquelle elle partage un ascendant, UP1 et un même bureau d'ingénierie. Mais UP2 est plus proche d'UP1 que d'Eurochemic. Comme UP1, UP2 était une usine spécialisée dans le retraitement des UNGG, elle adoptait le dégainage mécanique et fonctionnait avec des mélangeurs décanteurs[43]. Eurochemic était en revanche une usine-pilote, de petite taille, polyvalente de surcroît ; enfin l'extraction s'y faisait par colonnes pulsées.

Une influence limitée

L'expérience d'Eurochemic joua probablement un rôle plus important dans les modifications apportées à UP1 dans les années soixante, en particulier dans l'introduction timide des colonnes pulsées au niveau de la concentration du plutonium par solvant, dans l'usage de l'uranium IV comme réducteur du plutonium, qui détrôna le sulfamate ferreux, ou encore dans la simplification des dispositifs de prélèvement des échantillons à analyser.

Eurochemic, première usine européenne à retraiter des combustibles oxydes, fournit toutefois des informations à ses actionnaires français, SGN et le CEA pour la reconversion d'UP2 vers les combustibles des réacteurs à eau ordinaire. Elle eut également une influence dans l'adoption à UP3 de colonnes pulsées pour l'extraction, ce qui marque un tournant technologique important par rapport à la tradition française d'emploi des mélangeurs-décanteurs en vigueur depuis le début des années cinquante. André Redon, qui avait acquis à Eurochemic une connaissance profonde des pratiques de régulation des colonnes pulsées depuis l'époque du pilote, fut en effet Directeur du Service Maîtrise d'ouvrage pour UP3 et UP2-800 aux débuts du projet, de 1980 à 1983. Il faut toutefois préciser que si le principe d'extraction et la régulation mis en jeu sont les mêmes, le type de colonnes utilisé n'est pas le même que celui utilisé en Belgique. Il s'agit en effet de colonnes de plus grande capacité, leur forme annulaire prévenant la criticité pour des volumes plus important.

Le rôle de la France dans Eurochemic fut au départ surtout celui de fournisseur de matériel et de savoir-faire. Jusqu'à la mise en route de l'usine, les ingénieurs et techniciens français formèrent entre la moitié et le tiers des effectifs présents à Eurochemic[44]. La présence technique française redevint également importante pendant la phase industrielle du retraitement après 1971, avec André Redon, à la fois pour honorer le plus vite possible les contrats, et aussi pour examiner de plus près le retraitement des combustibles des réacteurs à eau ordinaire, dans la perspective de la reconversion d'UP2. Les relations entre les deux usines étaient d'ailleurs bonnes, à la différence de ce qui se passait avec Marcoule.

Cette faible influence globale est aussi liée à la puissance des moyens mis en œuvre dans le cadre strictement national, qui tranche avec la relative modestie de l'investissement dans le domaine international. Le montant cumulé des investissements en R&D faits en France en matière de retraitement est évalué à 8,23 milliards de francs courants pour la période allant de 1970 à 1987 [45], sans compter les frais d'investissement et de fonctionnement des installations industrielles[46]. On peut comparer cette somme au coût total d'Eurochemic de 1956 à 1990, un peu moins de 6 milliards de FF 1990, dont le quart fut à la charge de la France, soit environ 1,5 milliard.

---

[43] Pour une description d'UP2, voir DUBOZ M. (1965).

[44] Cf. annexe.

[45] DELANGE M. (1985a), p. 565.

[46] La Cogéma aurait investi 45 milliards de FF courants à La Hague entre 1979 et 1989.

Mais elle est aussi liée au nationalisme et au sentiment de supériorité technique qui constituait le fond culturel d'une partie non négligeable des ingénieurs du CEA, caractères qu'a hérités la Cogéma à sa fondation en 1976 [47].

A la Cogéma l'image d'Eurochemic semble plutôt négative, en particulier dans le secteur commercial. L'entreprise internationale est jugée co-responsable de la spirale déflationniste des prix du retraitement à la fin des années soixante et porte la réputation d'une usine peu sûre, d'une «passoire à plutonium». Pour Jacques Couture par exemple, si influence il y a eu, elle a plutôt été «l'exemple de ce qu'il ne fallait pas faire», tant pour les résultats commerciaux que pour la forme de la coopération internationale[48].

Cette image négative ne semble cependant pas partagée par les membres du CEA ou de SGN ayant participé directement à Eurochemic, ni par les ingénieurs du Département du génie radioactif du CEN-FAR (DGR).

Peut-être peut-on y voir l'opposition classique des critères de jugement entre les «commerciaux» de la Cogéma et les «chercheurs» du CEA.

En tout état de cause, Eurochemic est loin d'avoir joué en France le rôle qu'elle a eu en Italie ou en Allemagne. Mais c'est grâce à Eurochemic que la France est devenue pour la première fois, dès la fin des années cinquante, exportatrice de technologie nucléaire dans le domaine du retraitement.

La participation de la France à Eurochemic ouvrit pour SGN, dès les années soixante, un accès au marché japonais, au moment où les commandes européennes de retraitement s'étaient taries[49]. L'usine-pilote de Tokaï Mura fut ainsi pour SGN la première retombée commerciale de sa participation à Eurochemic. Aujourd'hui encore, le retraitement est un des rares postes excédentaires du commerce franco-nippon[50].

*SGN et la construction de l'usine-pilote de Tokaï-Mura (TRP [51]) – Une seconde expérience de coopération internationale dans le domaine du retraitement [52]*

La naissance du retraitement japonais et le rôle de la coopération nucléaire franco-japonaise (1956-1963)

Pratiquer le retraitement au Japon est un projet contemporain de la mise en place de ses institutions nucléaires qui, comme dans les pays européens, est lui-même inséparable de la politique d'Atoms for Peace[53].

En janvier 1956 fut établie une Commission de l'énergie atomique (JAEC). En septembre la JAEC confia cette tâche à une société publique, Atomic Fuel Corporation (AFC)[54]. Il fallut cependant attendre 1959 pour que soit formé un comité consultatif (Advisory Committee) chargé de fixer les grandes lignes du développement de la technologie du retraitement. Un "survey Team" fut constitué, qui visita les usines étrangères et formula des recommandations. La décision fut prise de construire une usine pilote utilisant les technologies avancées utilisées par d'autres pays. Il s'agit là de la répétition d'une stratégie classique au Japon. Mais le projet de retraitement n'était pas alors de première urgence. Le pays, massivement importateur de produits énergétiques, avait comme but immédiat l'acquisition du savoir-faire en matière de production électronucléaire et le retraitement ne fut inscrit à l'ordre du jour qu'en 1963, alors que le programme d'équipement en réacteurs étrangers était déjà bien avancé.

---

[47] En ce qui concerne la création de la Cogéma, l'arrivée d'une équipe dirigeante provenant de la Direction des Applications Militaires (DAM) du CEA et de Marcoule a eu semble-t-il tendance à renforcer cette culture.

[48] Jacques Couture oppose ainsi Eurochemic à UP3, conçue et construite sous direction exclusivement française pour le retraitement des combustibles étrangers. Cette formule simplifie à ses yeux considérablement la prise de décision et la répartition des responsabilités. Cf. 5ᵉ Partie, chap. 2.

[49] UP2 et Eurochemic s'étaient achevées en 1966. SGN traversa alors une période de «vaches maigres» dans le domaine nucléaire. Elle reprit alors des travaux d'ingénierie dans la chimie classique. Michel Lung se souvient d'avoir suivi des projets de ce genre, bouclés en deux à trois années, ce qui le changea agréablement du rythme beaucoup plus lent qui prévalait dans le secteur nucléaire.

[50] Cette influence se prolonge aujourd'hui par des contrats pour la construction de parties de l'usine de Rokka Shô (pour un montant estimé de 3 milliards de FF).

[51] Tokaï Reprocessing Plant.

[52] Sources japonaises : MIYAHARA K. YAMAMURA O., TAKAHASHI K. (1991), YAMANOUCHI T., OMACHI S., MATSUMOTO K. (1987).

Sources françaises: entretiens avec Michel Lung et André Redon, BLUM R. (1963), CURILLON R., VIENOT J. (1968), LEFORT G., MIQUEL P., RUBERCY M. de (1968), LUNG M., COIGNOT M. (1978).

[53] En 1955 fut signé un accord bilatéral avec les Etats-Unis.

[54] L'AFC devait être en octobre 1967 absorbée par un autre organisme public, PNC (Power reactor and Nuclear fuel development Corporation).

En 1958 un contrat avait été en effet signé avec la Grande-Bretagne pour l'importation d'un réacteur et de combustible. Il se traduisit le 26 octobre 1963 par la mise en route d'un réacteur expérimental de 12 MWe de puissance, modéré et refroidi à l'eau bouillante, chargé d'oxyde d'uranium à 2,6% et installé à Tokaï Mura, sur la côte pacifique, à 100 km environ au Nord de Tokyo. C'est au même endroit qu'entra en service en juillet 1966 JAPCO 1, le premier réacteur de puissance japonais, un MAGNOX de fabrication britannique de 160 MWe de puissance installée. Les réacteurs suivants furent américains et comprenaient à la fois des BWR de General Electric et des PWR de Westinghouse.

Des contacts avaient également été noués avec le Canada pour la fourniture de combustible. Avec la France avait été mis sur pied, au début des années soixante, un programme élargi de coopération scientifique et technique dans le domaine nucléaire.

En 1960 fut signé le premier contrat d'assistance technique franco-japonais. Il avait été passé entre le CEA et l'organisme public de recherche nucléaire Japan Atomic Research Institute (JAERI) pour la construction d'un laboratoire de radioéléments. L'année suivante, l'adjoint au chef des services de chimie du plutonium du CEA participa, à titre d'expert et sur la demande de l'AIEA, à une étude du retraitement des combustibles pour le JAERI. En février et mars 1963, la coopération franco-japonaise dans le domaine nucléaire s'institutionnalisait par la constitution de deux Comités directeurs nationaux chargés de la mettre en œuvre. Le Comité français comportait
17 membres, issus du CEA, de l'EdF, de l'industrie – par le biais de l'ATEN – auxquels s'ajoutaient deux hauts-fonctionnaires, l'un du Ministère des Affaires étrangères, l'autre du Ministère chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales. Le but de ces comités était de promouvoir la circulation d'informations, de faciliter les contacts et les échanges, de proposer des sujets présentant un intérêt commun et d'établir les programmes correspondants. Les Comités étaient structurés en quatre groupes de travail. Le troisième groupe s'occupait du cycle du combustible. Ces structures permirent aux Japonais de mieux connaître les réalisations françaises, en particulier dans le domaine du retraitement. Des ingénieurs japonais firent le voyage en France et certains d'entre eux passèrent également à Mol.

SGN et Tokaï – Le poids de l'expérience acquise à Eurochemic

En 1963 le projet de construction d'une usine-pilote de retraitement japonaise fut lancé. L'AFC mit en concurrence trois entreprises d'ingénierie, une américaine (Weinrich and Dart), une britannique (Nuclear Chemical Plant Ltd., liée à l'UKAEA) et une française (SGN) pour la réalisation de l'étude préliminaire[55] de l'usine pilote qui devait être érigée à côté des réacteurs de Tokaï[56].

Le contrat pour l'étude complète[57] qui devait suivre fit l'objet d'une concurrence acharnée entre Nuclear Chemical Plant et SGN. Elle déboucha sur la victoire de SGN. Le contrat signé par AFC en décembre 1965 fut approuvé par le gouvernement le 22 février 1966. L'étude conceptuelle fut réalisée en 1966 et 1967 pour 10 millions de FF.

L'expérience de coopération internationale acquise par la firme française d'ingénierie à Eurochemic pesa d'un grand poids dans la décision japonaise[58]. SGN avait appris à travailler avec des entreprises d'ingénierie non spécialisées à Mol. Les Japonais désiraient non seulement posséder sur leur territoire une usine-pilote, ils voulaient aussi en acquérir le savoir-faire.

L'association avec une entreprise locale était une condition imposée par les Japonais en 1965 lors des négociations du contrat portant sur l'étude conceptuelle. Elle avait pour but l'apprentissage des techniques d'ingénierie du retraitement. SGN eut cependant le choix du partenaire. Elle en envisagea deux[59], une filiale de Mitsubishi, Chioda, et la Japan Gasoline Corporation (JGC), une entreprise moyenne qui n'était pas liée à un grand groupe. En préférant JGC, Jacques Viénot, un Centralien alors en charge du projet, pensait que SGN serait plus libre de négocier.

Les buts des études de réalisation[60] confiées par le Japon à SGN rencontraient donc tout à fait ceux qui lui avaient été confiés pour Eurochemic: «le dossier des études de réalisation doit être tel qu'il permette un appel aussi large que possible aux industriels japonais et que l'entreprise générale de la construction puisse être, en

[55] Preliminary Design.

[56] AtW (1965), p.646.

[57] Dite aussi étude conceptuelle, en anglais Basic Design.

[58] CURILLON R., VIENOT J. (1968), p. 160, note 3.

[59] Entretien avec Michel LUNG.

[60] Ou étude de détail, Detailed Design.

principe, confiée à une société japonaise d'envergure et de qualité, mais non expérimentée dans les sujétions de la chimie nucléaire»[61].

L'étude de réalisation occupa 16 mois des années 1967 et 1968 [62]. JGC fut essentiellement chargée du génie civil, des tuyauteries et des études sismiques. Des échanges d'ingénieurs furent réalisés entre Paris et Yokohama, sièges des bureaux d'études des deux sociétés[63]. Cette coopération fructueuse déboucha sur un accord de joint-venture entre les deux sociétés en 1970 en vue de la réalisation de l'usine et de la station de traitement des effluents, les parties plus traditionnelles étant directement supervisées par PNC. Le contrat de construction fut signé en décembre 1970.

Eurochemic et Tokaï – Inspiration, retour d'expérience et communauté des problèmes

La construction de l'usine dura d'avril 1971 à septembre 1974. 10 à 12 ingénieurs de SGN étaient délégués en permanence au Japon, sous la direction de Michel Lung, qui avait représenté SGN auprès d'Eurochemic pendant les essais à froid et la mise en marche de l'usine de Mol[64]. Les entrepreneurs étaient exclusivement japonais et les matériels, de fabrication locale, sauf en ce qui concernait quelques appareils particuliers, comme des dissolveurs, des évaporateurs de produits de fission, des mélangeurs-décanteurs ou des cisailles.

La mise en actif de l'usine prit cependant trois années, en raison des incertitudes pesant sur le retraitement dans le monde à cette période et de la nécessité pour les Japonais d'obtenir l'accord des Etats-Unis pour faire retraiter les combustibles enrichis «outre-Pacifique»[65].

Du point de vue technique l'expérience d'Eurochemic fut largement réinvestie par SGN à Tokaï, même si l'usine en diffère quant à son objet puisqu'elle est exclusivement destinée au retraitement de combustibles des réacteurs à eau ordinaire. C'est en effet une équipe d'ingénierie mixte, mélangeant des ingénieurs et techniciens ayant travaillé sur Eurochemic et sur UP2 qui réalisa les études pour Tokaï, une usine-pilote dont la taille est d'ailleurs comparable à celle d'Eurochemic.

Le tableau 121 suivant[66] tente de synthétiser les principaux apports – positifs ou négatifs, car il y eut retour d'expérience – d'Eurochemic, d'UP2 et de HAO, la tête de Haute Activité Oxyde greffée sur UP2, dans Tokaï. Il met en évidence l'influence d'Eurochemic.

Tableau 121. **Influence d'Eurochemic sur les caractéristiques de l'usine de Tokaï**

| TRP : caractères | inspirés d'Eurochemic | inspirés d'UP2 | inspirés d'HAO |
|---|---|---|---|
| dissolveur | oui | | |
| mélangeurs décanteurs essentiellement | | oui | |
| quelques colonnes pulsées | oui | | |
| $U(NO_3)_4$ pour la réduction du Pu | oui (achat de licence) | | |
| bitumage des effluents de moyenne activité | oui | | |
| cisaillage | | | oui |
| piscines de stockage | oui (retour d'expérience) | | |
| absence de purification de l'uranium sur silicagel | oui (retour d'expérience) | | |

61 CURILLON R., VIENOT J. (1968), p. 161.

62 LUNG M., COIGNOT M. (1978), p. 318-319.

63 Parallèlement l'AFC faisait réaliser en France par le CEA en association avec SGN, dans le cadre d'accords internationaux bilatéraux, des essais pour vérifier les performances du procédé. Ces études furent faites dans la cellule CYRANO du CEN-FAR. Les combustibles japonais prévus avaient des caractéristiques qui se rapprochaient des éléments Cristal de neige. Il est possible que l'envoi de certains d'entre eux à Eurochemic ait été en rapport avec ce travail. Sur ces aspects, voir LEFORT G., MIQUEL P., RUBERCY M. de (1968).

64 Michel Lung arriva au début de 1971 au Japon et suivit la construction et les essais de l'usine jusqu'à la veille de la mise en actif en 1977. De retour en France, il devint Directeur commercial de la branche nucléaire de SGN, fonction qu'il occupa jusqu'en 1989. Entre temps SGN avait perdu ses liens avec Saint-Gobain pour devenir une filiale détenue aux deux tiers par la COGEMA et pour un tiers par TECHNIP, une société d'ingénierie surtout pétrolière. La synergie entre le nucléaire et le pétrolier n'a donc pas attendu le récent échange de participation entre Total et la COGEMA pour se manifester. Michel Lung travaille depuis 1989 comme ingénieur-conseil pour Foratom à Bruxelles. Il est chargé du lobbying nucléaire auprès de l'Union Européenne.

65 Cf. 4e Partie, chap. premier.

66 Sources: Entretien avec Michel Lung, et ETR 318.

L'usine, qui commença sa première campagne le 22 septembre 1977, est encore en service en 1994.

En 1990 elle avait retraité près de 510 t de combustible, dont 320 provenaient de réacteurs à eau bouillante et 183 de réacteurs à eau pressurisée, le reste provenant du réacteur Fugen[67]. Elle a extrait 3400 kg de nitrate de plutonium qui, après conversion, furent utilisés dans Fugen et dans les réacteurs expérimentaux et prototypes surgénérateurs Joyo et Monju.

Le rythme d'exploitation de l'usine présenté en Figure 163 montre que l'usine a connu le même genre de problèmes, liés aux évaporateurs, qu'Eurochemic. Elle dut aussi affronter des fuites de dissolveurs et des MUF plutonium importants[68]. L'expérience accumulée par Tokaï n'a pas été pleinement réinvestie dans l'usine de Rokka Shô [69], qui est la grande usine de retraitement actuellement en construction au Nord de Honshû. L'opérateur public de Tokaï n'est pas lié au maître d'œuvre de Rokka Shô, Mitsubishi Heavy Industries. SGN est cependant toujours présente, en bonne place, au Japon, sans JGC. Le transfert de technologie se poursuit donc, en particulier sur les nouveaux dissolveurs[70].

Tableau 122. **Panachage des technologies mondiales à Rokka Shô** [71]

| Segment | Développeurs | Remarque |
|---|---|---|
| Usine principale : procédé principal | SGN-MHI, Hitachi, Toshiba, SMM | Association franco-japonaise pour l'ingénierie. |
| Usine principale : Evaporation à pression réduite | BNFL-Hitachi | Association anglo-japonaise |
| Usine principale : filtrage de l'iode | KEWA-Hitachi | Association germano-japonaise |
| Unités de conversions de l'U et du Pu | PNC-MMC | Association japonaise public-privé |
| Vitrification des effluents de haute activité | PNC-IHI | Association japonaise public-privé |
| Unité de stockage des combustibles usés | PNC-Hitachi, Toshiba, MHI | Association japonaise public-privé |

**Développement des abréviations:**

IHI: Ishikawajima-Harima Heavy Industries.

MHI: Mitsubishi Heavy Industries.

MMC: Mitsubishi Materials Corporation.

SMM: Sumitomo Metal Mining Company.

SGN a donc fait fructifier l'héritage d'Eurochemic à l'étranger. L'usine-pilote construite à 400 km de Paris a ainsi aidé SGN à pénétrer, dès le milieu des années soixante, sur le marché nucléaire japonais. Appuyée sur son savoir-faire national d'abord, mais aussi forte de ses expériences belges et japonaises, renforcées par les liens établis à travers UNIREP avec l'Allemagne et le Royaume-Uni à partir du début des années soixante-dix, l'entreprise a par la suite diversifié ses partenaires, outre-Rhin et outre-Manche bien sûr, mais aussi aux Etats-Unis[72] et dans divers pays du tiers monde[73]. Ce poids international a certainement pesé dans la décision prise en 1989 par la Cogéma de faire de sa filiale le pôle principal de son réseau d'ingénierie EURISYS[74].

---

67 Un ATR, Advanced thermal reactor modéré à l'eau lourde.

68 Cf. 3e Partie, chap. 4.

69 Rokka Shô Reprocessing Plant.

70 Cf. infra.

71 TOYOTA M. (1991), p.43.

72 Notamment pour des études sur la vitrification des produits de fission.

73 Dans l'affaire de l'usine pakistanaise, SGN fournit l'étude détaillée et démarra le génie civil de l'usine jusqu'au blocage imposé par les autorités politiques (cf. 4e Partie, chap. premier). SGN s'occupa également d'équipements à Tarapur ou d'un petit laboratoire à Taïwan.

74 Notamment par l'absorption de son pendant dans le domaine de l'enrichissement USSI. Voir Cogéma, Rapport annuel 1992, p. 26-27. Sur le rôle d'USSI dans Eurodif, voir DAVIET J.P. (1993), pp. 233-251. Sur EURISYS, représentant environ 5000 personnes pour 5 milliards de chiffre d'affaires, et qui tente de structurer en réseau la cinquantaine de sociétés, qui travaillèrent à la conception d'UP3 et qui doivent actuellement faire face à la baisse de leur plan de charge nucléaire, voir le compte-rendu de stage présenté par Sylvie Jehanno et Julien Jenoudet le 27 juin 1994 à l'Ecole des Mines de Paris, *Comment fédérer des sociétés d'études de haute technologie, SGN et le réseau Eurisys*, dans le cadre des travaux d'option de troisième année «Gestion scientifique».

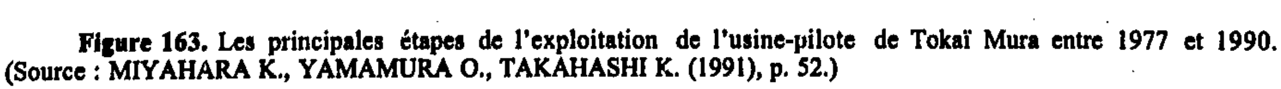



**Figure 163.** Les principales étapes de l'exploitation de l'usine-pilote de Tokaï Mura entre 1977 et 1990. (Source : MIYAHARA K., YAMAMURA O., TAKAHASHI K. (1991), p. 52.)

**De la seconde à la troisième génération du retraitement – Histoires de matériaux et d'organisation**

Eurochemic n'a pas influencé directement la réflexion sur la troisième génération. L'expérience acquise a été diluée dans celle de la seconde. Il n'est cependant pas inutile, pour l'histoire des techniques chimiques nucléaires, de tenter, sur des points précis, une comparaison entre Eurochemic et les usines de la troisième génération existantes ou prévues depuis la fin des années soixante-dix. Une place privilégiée est accordée à l'usine UP3 de La Hague qui, d'une part, est actuellement l'usine opérationnelle la plus récente[75] et qui, d'autre part, a eu le même architecte industriel qu'Eurochemic à environ un quart de siècle de distance.

L'appréciation de la vitesse du changement technique à l'époque contemporaine peut se faire en suivant comment trois grands types de problèmes, qui se sont posés à Eurochemic et à d'autres usines de retraitement de la seconde génération, ont été en apparence résolus par les usines ou dans les projets d'usines de troisième génération.

Pour filer une métaphore empruntée à l'informatique, les deux premiers relèvent du domaine matériel (le "hardware") et se sont traduits par l'importance des contaminations dues à des corrosions et celle – relative – des doses délivrées au personnel ; le troisième se rattachant au domaine logiciel (le "software") et son absence s'est traduite à Eurochemic par les difficultés à mettre sur pied une comptabilité des matières fissiles totalement satisfaisante et à analyser en temps réel les problèmes d'exploitation.

La partie qui suit part de trois problèmes techniques rencontrés à Eurochemic, les problèmes de corrosion des évaporateurs, générateurs de pannes, les problèmes de maintenance directe générateurs de doses et les problèmes d'information et de conduite de procédé créateurs de flou dans la comptabilité des matières fissiles.

Elle tente d'examiner comment ces trois difficultés ont apparemment été résolues ou limitées dans des usines de seconde génération comme Tokaï Mura et de troisième génération comme UP3, construite à La Hague par la Cogéma sur les plans de SGN entre 1984 et 1989, ou comment on a tenté de les régler dans les projets de R&D gravitant autour de la grande usine de retraitement allemande.

WAK et TRP ont connu des problèmes de corrosion avec leurs dissolveurs, et les trois usines pilotes avec leurs évaporateurs (Figure 164). Ces difficultés étaient l'expression directe de l'insuffisance des matériaux face aux contraintes extrêmes présentes dans les usines de retraitement, malgré les incontestables progrès réalisés dans les années soixante, comme le montre l'exemple de la mise au point du premier dissolveur d'Eurochemic. Ces insuffisances, génératrices de pannes, de contamination et de retard dans les plans de charge des usines, ont constitué de puissants stimulants pour la recherche dans le domaine des nouveaux matériaux, en l'occurrence des substituts aux aciers industriels courants.

### *Histoires de dissolveurs*

*Le problème général des matériaux dans les usines de retraitement*

La nature du problème est clairement exposée dans l'introduction d'un article français, présenté lors de la Conférence de Paris sur le retraitement et la gestion des déchets radioactifs, RECOD 87, qui présente les principaux résultats des études de corrosion sur les matériaux destinés aux usines de retraitement[76] :

«La fiabilité des usines de retraitement de combustibles irradiés dépend, pour une large part, des propriétés de résistance à la corrosion des matériaux constitutifs des composants et des appareils. Ceux-ci sont exposés à diverses solutions nitriques subazéotropiques[77], de pouvoir oxydant et d'acidité variables, et dont les températures vont jusqu'à l'ébullition. La connaissance et la maîtrise des propriétés de résistance aux diverses formes de corrosion sont d'autant plus cruciales que la mise en œuvre des procédures de décontamination, de réparation et de remplacement éventuels d'appareils nécessitent des opérations infiniment plus compliquées et coûteuses que dans l'industrie chimique conventionnelle».

Les contraintes propres aux usines de retraitement ont donc fortement stimulé l'innovation dans le domaine des aciers spéciaux comme les aciers austénitiques inoxydables à très bas taux de carbone. Les appareillages les plus exposés à la corrosion d'Eurochemic faisaient largement appel à des aciers et à des alliages spéciaux mis au point avec succès dans les années soixante malgré des problèmes particuliers de mise en œuvre.

---

[75] THORP est entrée en service le 27 mars 1994 avec du combustible de Heysham, AtW (1994), mai, p. 335.

[76] LEDUC M., PELRAS M., SANNIER J., TURLUER G., DEMAY R. (1987), p. 1173.

[77] Azéotropique : caractère d'un mélange liquide homogène de deux constituants présentant une température d'ébullition constante sous une pression donnée et dont la vapeur a la même composition que le mélange. C'est le cas de l'acide nitrique en solution aqueuse à 6% en masse d'acide nitrique. Une variation de pression change la composition de l'azéotrope, ce qui le différencie d'un corps pur, in ANGENAULT J. (1991), p. 49.

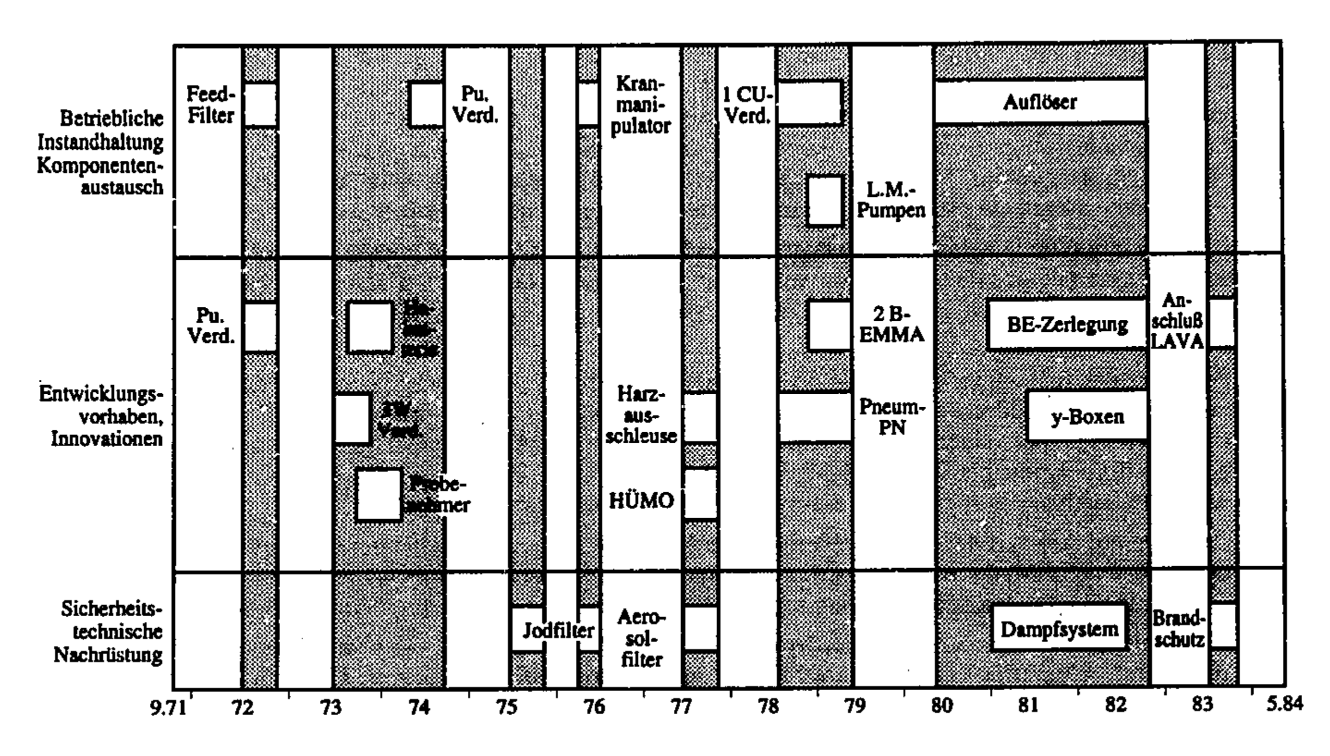



**Figure 164.** Période de retraitement (en blanc) et d'arrêt (en grisé) pour interventions à WAK entre septembre 1971 et mai 1984. Les causes d'interventions sont classées en trois grandes catégories, de bas en haut : améliorations des systèmes de sécurité ; projets de développement et innovations ; arrêts pour entretien et changement d'équipements. D'une part l'usine-pilote n'avait pas comme objectif de retraiter de grandes quantités de combustibles, d'autre part elle fut confrontée à de nombreuses difficultés de fonctionnement. (Source : SCHÜLLER W. (1984), p. 441. )

*Force et faiblesse des nouveaux matériaux employés à Eurochemic – Dissolveurs et évaporateurs*

Pour le premier dissolveur[78] Eurochemic avait préconisé l'emploi de Ni-O-Nel après des études de corrosion sur les échantillons livrés par la seule firme européenne, en l'occurrence britannique, Higgins, qui en fabriquait alors. Les tests menés en laboratoire par H. Dreissigacker à Eurochemic débouchèrent sur la définition et la prise de brevet par la Société d'un type particulier de Ni-O-Nel, appelé CS.M2 ou Incoloy 825 modifié[79], pour la construction des parties actives. Les autres parties de l'appareil devaient être fabriquées dans deux autres types d'acier spéciaux, l'AISI 304 L et l'INCONEL 825, et tous ces matériaux devaient être parfaitement soudés entre eux.

C'est une filiale de Mannesmann AG, Essener Apparatenbau GmbH, qui remporta l'appel d'offre pour le dissolveur. Mais elle n'était pas capable de fabriquer elle-même l'alliage et eut donc recours à la firme britannique qui avait fourni les échantillons sur lesquels avait travaillé H. Dreissigacker. La livraison de la matière première par cette dernière se révéla cependant non conforme aux spécifications. Un nouvel envoi fut nécessaire, ce qui entraîna un retard de 11 mois dans la livraison finale à Mol.

Le montage nécessita des précautions particulières, tant en ce qui concernait la chaudronnerie que le soudage. Le maintien d'un très bas taux de carbone excluait une mise en forme à chaud normale. Il exigeait un travail sous atmosphère contrôlée et l'emploi de matières inorganiques pour les opérations d'étirage et de pressage[80].

78 Sources : DREISSIGACKER H., FICHTNER H., REINARTZ W. (1966), et des remarques écrites de Rudolf Rometsch.

79 Sur la mise au point du CS.M2, voir DREISSIGACKER H. in *Chemical and Process Engineering*, mai 1964. Le Ni-O-Nel n'est plus considéré comme un acier car sa teneur en fer est très faible.

80 "Zieh und Preßvorgänge".

Des méthodes de soudage particulières durent être développées, dans la mesure où les techniques traditionnelles généraient des microfractures[81] dans le CS.M2.

Enfin les tolérances admises étaient très faibles et nécessitèrent des contrôles particuliers.

Pour le second dissolveur le même matériau fut utilisé, mais ce fut une firme italienne de Milan, Siai Lerici, Cormano, qui emporta l'offre[82].

Les dissolveurs d'Eurochemic fonctionnèrent normalement pendant la période du retraitement mais, lors de son démontage, le troisième montra des traces de corrosion, qui auraient peut-être pu mener au même genre de panne qu'à WAK ou TRP.

En tout état de cause les trois usines-pilotes connurent des problèmes avec leurs évaporateurs.

Leurs causes sont clairement technologiques et ne résident pas dans des erreurs de choix. L'insuffisante résistance des matériaux dans les usines de retraitement stimula ainsi la poursuite des recherches sur les aciers austénitiques[83] ou les alliages spéciaux, mais aussi celles sur des matériaux de substitution non-ferreux, comme le titane et le zirconium.

*La métallurgie du zirconium au secours des usines de retraitement*

C'est en France que, dès le milieu des années soixante, les études sur des matériaux de substitution à l'acier inoxydable dans les usines de retraitement furent effectuées. Des tests comparatifs mettant en jeu les aciers spéciaux, le titane et le zirconium, furent menés. Au début des années soixante-dix, le zirconium fut envisagé comme matériau de complément des aciers spéciaux dans les usines de retraitement françaises et y fut implanté pour la première fois.[84]

Non seulement le zirconium offre des propriétés de résistance à l'acide nitrique bouillant grâce au film d'oxyde qui se forme à sa surface, mais l'industrie devint capable de fournir des semi-produits et des produits conformes. Des études complémentaires furent cependant nécessaires pour mettre au point les méthodes de soudure, en particulier les soudures mixtes zirconium-acier inoxydable[85].

Le premier appareil en zirconium implanté dans une usine de retraitement fut en 1971 un petit évaporateur de géométrie relativement complexe. Il fut installé dans l'unité de concentration des liqueurs oxaliques chargées de plutonium, dans une boîte à gants d'UP2, et resta en fonctionnement pendant 12 années. Il fut alors démantelé et remplacé par un autre appareil plus grand, mais toujours confiné dans des boîtes à gants.

Suivirent d'autres essais en taille réduite, concernant des évaporateurs de plutonium à Marcoule et La Hague, mais aussi des dissolveurs, etc.[86].

La construction d'UP3 et l'extension d'UP2 furent l'occasion d'implanter à grande échelle des appareillages en zirconium d'épaisseurs plus importantes. 100 t de zirconium furent ainsi travaillées pour fabriquer de l'équipement, essentiellement des évaporateurs, des bouilleurs, des colonnes de distillations ou encore des épurateurs de poussières des off-gas de vitrification. 5000 m de tubes en zirconium furent de plus installés dans les deux usines, parfois soudés avec les aciers spéciaux, qui restent toutefois les matériaux de tuyauterie les plus employés[87].

---

81 Mikrorisse.

82 Essener Apparatenbau avait soumissionné mais la firme italienne était moins chère. La Direction d'Eurochemic, qui savait que la firme italienne n'avait jamais auparavant soudé ce matériau, imposa des pénalités pour retard dans le contrat. La firme italienne accepta cette clause, à condition qu'elle soit compensée par une prime en cas de livraison anticipée. La firme italienne toucha une journée de prime...

83 Pour Rokka-Shô par exemple les résultats de la coopération entre JAERI et le centre de recherche de NKK Corporation sont exposés dans KIUCHI K., YAMANOUCHI N., KIKUCHI M. (1991), pp. 1054-1059. Des recherches en vue d'améliorer les performances des aciers inoxydables de type 304L furent menées en coopération par Nippon Steel et Hitachi, cf. ONOYAMA M., NAKATA M., HIROSE Y., NAKAGAWA Y. (1991), pp. 1066-1071.

84 SIMONNET J., DEMAY R., BACHELAY J. (1987). BERNARD C., MOUROUX J.P., DECOURS J., DEMAY R., SIMONNET J. (1991). Le titane se révéla fragile dans certaines conditions. La fabrication de gainage en zirconium ou dans ses alliages (Zircalloy) était déjà maîtrisée depuis longtemps, mais la chaudronnerie posa des problèmes difficiles.

85 Il faut faire appel à des procédés particuliers, comme l' "explosion welding", supposant l'insertion d'une feuille de tantale entre les deux métaux, ou l'"eutectic melting", qui doit se faire sous vide à environ 1000°C.

86 Liste dans BERNARD C., MOUROUX J.P., DECOURS J., DEMAY R., SIMONNET J. (1991), p. 572.

87 La sidérurgie poursuivit parallèlement ses progrès.

*Le dissolveur d'UP3 et la résolution des problèmes de dissolution dans les usines de retraitement – Élégance formelle et sophistication matérielle*

Le dissolveur d'UP3 rompt avec les modèles de la seconde génération et résout partiellement ou totalement deux problèmes importants pour le fonctionnement des usines des retraitement, celui de l'abondance des déchets solides de dissolution[88] et celui du hiatus existant entre la dissolution traditionnelle par lots, donc discontinue, et l'extraction continue en colonne pulsée.

Il fallait donc d'une manière ou d'une autre rendre continues à la fois la dissolution et la séparation des coques et fines insolubles. L'approche traditionnelle consistait à mettre en mouvement les solutions. Il était hors de question de faire fonctionner en milieu hostile des agitateurs mécaniques. On recourait donc à l'insufflation de gaz et à une augmentation des températures, opérations génératrices de corrosion supplémentaire. La manière dont le problème est résolu par le dissolveur d'UP3 relève d'un principe simple et astucieux: c'est le dissolveur tout entier qui bouge pour agiter la solution. Son application a fait appel à un modèle pour le moins rustique et donc bien adapté à l'hostilité du milieu, puisqu'il s'agit du moulin à eau à godet[89]. Le dissolveur mis au point pour UP3, reproduit en Figure 165, fonctionne de la manière suivante[90] :

«Une roue à godets perforés est partiellement immergée dans la solution. Les tronçons de combustibles cisaillé chutent dans un godet immergé, la roue avance pas à pas, lorsque le godet contenant des tronçons de gaines émerge de la solution, ceux-ci doivent y avoir séjourné une durée suffisante pour garantir la dissolution du combustible chargé. Après un certain temps de séjour au-dessus de la solution permettant à la solution entraînée par les coques de s'égoutter, celles-ci sont déchargées au cours des pas de rotation suivants et évacuées.

Une des dispositions-clés adoptées consiste à suspendre la roue sur des galets situés en partie supérieure des structures fixes et supportant l'intérieur de la jante. Ceci permet de libérer la partie centrale, l'axe de rotation étant virtuel, pour réaliser l'ensemble des structures fixes centrales assurant le chargement des godets et la réception des coques à leur sortie.

Cette structure centrale, suspendue au couvercle, assure la continuité entre les goulottes de chargement et le déchargement solidaires de la cuve.»

La manière élégante[91] dont ont été résolus ces problèmes fait du dissolveur d'UP3, outre un sujet de fierté pour SGN et la Cogéma, un modèle technologique puisque Rokka Shô en a également adopté le principe.

Le dissolveur à godet d'UP3 fonctionne de façon efficace en apparence. La métallurgie du zirconium a entraîné une baisse importante de ce qui a constitué la première cause d'incidents dans les usines de la seconde génération, les fuites dues aux problèmes de corrosion.

L'association entre le zirconium et les aciers austénitiques permet de disposer de matériaux qui semblent désormais fiables pour assurer dans de bonnes conditions techniques le retraitement des combustibles des réacteurs à eau ordinaire.

Les progrès ont également été sensibles dans la réduction des doses totales grâce à l'évolution des principes et des moyens de maintenance dans les usines.

***Histoires de maintenance***

*Avantages et inconvénients de la maintenance directe à Eurochemic*

Le choix de la maintenance directe à Eurochemic était la résultante d'impératifs expérimentaux et de considérations de coût, mais aussi de l'état général encore très embryonnaire des techniques de robotisation et de télémanipulation[92].

Les conséquences indéniablement positives étaient la relative facilité d'intervention pour réparer les pannes et procéder aux adaptations et modifications indispensables dans une usine-pilote. Le choix de l'entretien direct a également créé les conditions permettant de procéder au démantèlement largement manuel de l'installation[93].

---

88 Le problème se posait aussi pour le dégainage chimique à Eurochemic.

89 Les Japonais avaient de leur côté pensé à une vis d'Archimède. Cf. AEN/OCDE(1993a), p. 123, fig. 5.11.

90 LORRAIN B., SAUDRAY D., TARNERO M. (1987), p. 1472.

91 Il faut cependant signaler que l'élégance n'exclut pas les difficultés. Un prototype en acier inoxydable fut d'abord construit, puis des parties furent réalisées en zirconium. Leur examen mit en évidence des problèmes de soudure et il fallut les remplacer entièrement.

92 En France, ce n'est qu'au début des années soixante-dix que l'on expérimente les premiers démontages à distance à Marcoule.

93 La «philosophie» de maintenance à distance de la première génération d'usines rend extrêmement difficile aujourd'hui leur démantèlement par des moyens autres qu'à distance, pour lesquels elles n'ont pas été conçues. La

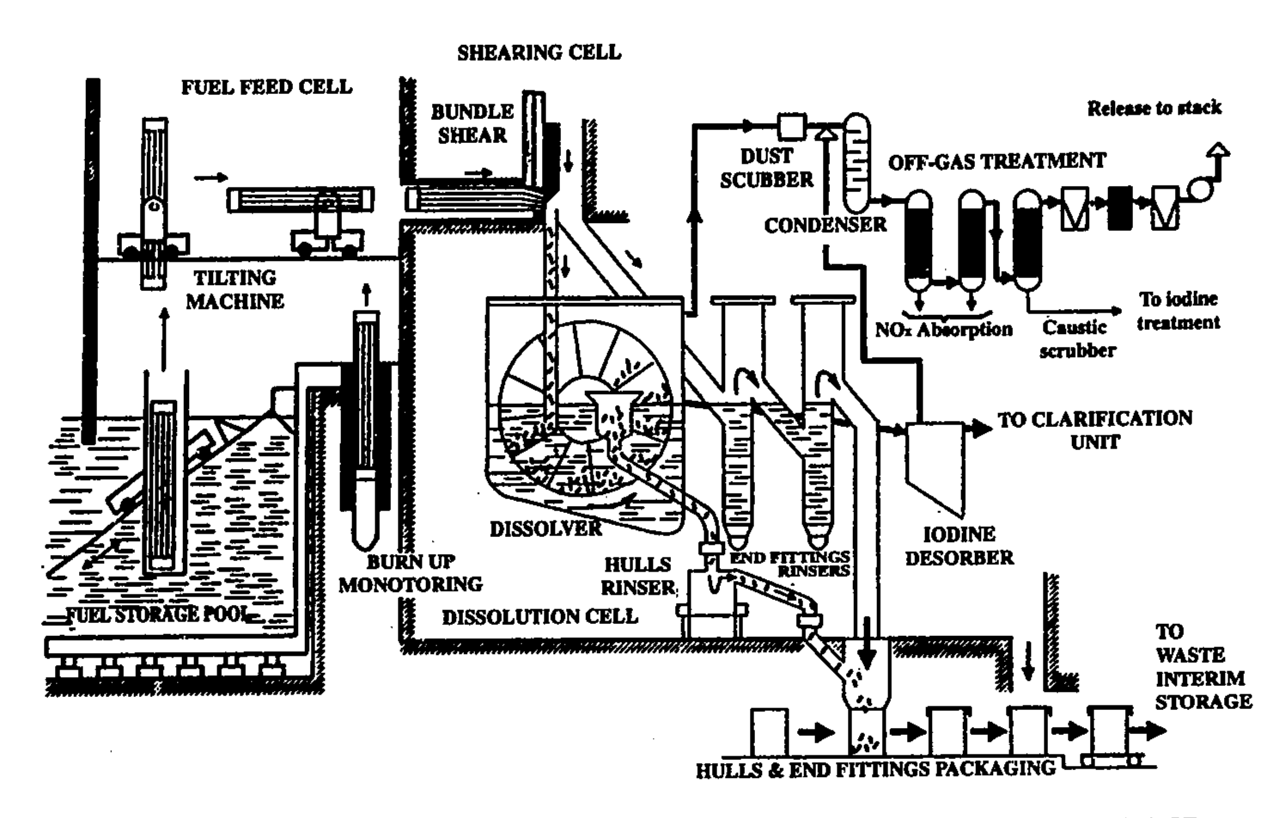



**Figure 165.** Schéma du système de dégainage et de dissolution à UP3. (Source : PONCELET J.F., HUGELMANN D., SAUDRAY D., MUKOHARA S., CHO A. (1991), p. 95.)

L'inconvénient majeur était la nécessité de décontaminer préalablement l'installation pour pouvoir agir dans les cellules. La décontamination dépendait largement de la dextérité des opérateurs. De surcroît l'omniprésence humaine dans les opérations de maintenance combinée à la relative fréquence des incidents de fonctionnement constituait une des principales causes de délivrance de doses sur le site.

Ces caractéristiques, acceptables pour une usine-pilote conçue au début des années soixante, n'étaient déjà à l'époque pas adaptées aux impératifs d'un établissement de production, que n'était d'ailleurs pas au premier chef Eurochemic. Surtout elles devinrent au fil des années inadmissibles dans leurs conséquences radiologiques pour le personnel, même si la manière dont était organisée sa gestion permettait de rester toujours en-deçà des limites légales d'exposition[94].

La combinaison des impératifs productifs et radiologiques constitua donc un puissant stimulant pour le progrès technique dans la maintenance à distance[95]. Elle conduisit au développement de procédures et de techniques nouvelles, dont trois exemples sont présentés ci-après.

A Tokaï Mura a été développé un robot multifonctionnel de maintenance destiné au dissolveur de l'usine-pilote. A UP3 le concept de maintenance à distance a structuré la conception même des parties actives de l'usine. En Allemagne enfin, une expérience pilote en vraie grandeur montre que le caractère modulaire de l'installation prévue à Wackersdorf est déduit des impératifs d'une maintenance excluant dès le départ la distribution de doses.

---

«mise au tombeau» ou «sous sarcophage», comme pour le réacteur accidenté de Chernobyl, n'est en conséquence pas une hypothèse exclue pour la neutralisation des usines désaffectées de cette époque, comme à Hanford.

94 Et même si la fin du retraitement permit une nette baisse des doses. Cf. 4e Partie, chap. premier, et 4e Partie, chap. 2.

95 Il faut noter dans les usines de seconde génération des tentatives d'expérimentation des principes qui sont adoptés dans la troisième. A ITREC, usine italienne née de la coopération bilatérale avec les États Unis (retraitement de combustibles au thorium d'Elk River) et inaugurée en 1971, prévalurent déjà des principes de modularité ("racks") et de télémanipulation.

*La robotisation de l'inspection à distance des dissolveurs de Tokaï Mura* (Figure 166) [96]

L'exploitation de l'usine-pilote japonaise avait été interrompue à plusieurs reprises à la suite de contaminations liées à la corrosion[97]. En avril 1982 une fuite fut découverte au niveau de l'un des deux dissolveurs de l'usine et quelques mois plus tard en février 1983 le même incident affecta le second. Elle avait eu lieu non dans la matière même des dissolveurs, mais dans les matériaux de soudure, qui montraient des «trous d'épingle». Il fallut développer une technique spécifique de réparation à distance par robot. Celle-ci fut réalisée pour la première fois au monde en septembre et en octobre 1983. Il fut cependant décidé d'installer un troisième dissolveur, dont la géométrie et la fabrication éliminaient des soudures qui auraient été en contact avec les matières radioactives.

Les robots mis au point pour la réparation des deux dissolveurs défaillants furent par la suite adaptés pour l'inspection à distance des réparations effectuées. L'expérience accumulée à ces occasions conduisit les Japonais à développer une seconde génération de robots plus petits et à têtes multiples interchangeables.

La maintenance des dissolveurs est donc aujourd'hui assurée à Tokaï Mura par des robots télécommandés. Les travaux actuels portent sur l'entretien à distance des robots, qui couvrent la plupart des opérations, mais pas toutes.

La maintenance directe de ceux-ci reste parfois nécessaire. Les études portent aussi sur la réduction des coûts de robotisation, qui restent très importants, ce qui exclut en tout cas la robotisation progressive de l'ensemble d'une usine primitivement prévue pour un entretien direct[98].

La «médecine curative» appliquée à Tokaï Mura est en effet plus chère que la «médecine préventive» qui présida à la conception de la maintenance d'UP3.

*La maintenance à UP3 – Standardisation des composants et machines de remplacement* [99]

La maintenance indirecte, condition préalable à la conception de l'usine

La démarche suivie à UP3 a consisté à incorporer la logique d'un entretien à distance des parties actives de l'usine dès la conception afin de diminuer les doses. «Les très sévères objectifs internes de radioprotection qui ont été pris en compte dans la conception de ces futures usines imposent une automatisation poussée de l'ensemble des opérations présentant un risque d'irradiation du personnel ainsi que l'adoption systématique de dispositifs de démontage à distance pour les matériels installés sur les circuits véhiculant des fluides radioactifs»[100].

Cette conception se traduit pour la maintenance par deux types de mesures complémentaires à UP3. Le premier est la standardisation des composants les plus vulnérables et de leur disposition dans l'usine. Le second porte sur la mise au point de dispositifs mobiles, les Enceintes Mobiles d'Évacuation du Matériel (EMEM)[101], qui permettent d'opérer à distance l'échange de pièces défectueuses actives[102], aussi bien dans le cadre des opérations de maintenance préventive qu'à l'occasion d'incidents prévisibles.

Classification et conception des équipements des zones actives en fonction des impératifs de maintenance

L'ensemble des pièces d'équipement est subdivisé en trois catégories :

- les équipements soudés, la plupart sans parties mobiles sujettes à usure, conçus et fabriqués pour durer autant que l'usine ;
- le gros équipement fixe est spécialement conçu pour permettre le remplacement à distance de ses sous-parties (il s'agit des équipements mécaniques, comme les scies ou les ponts-roulants) ;
- l'équipement standard, comportant essentiellement les pompes, les valves, les sondes et appareils de mesures nucléaires en continu et les filtres. Leur type a été réduit pour permettre leur remplacement standard (modules). Leur forme a été pensée pour permettre leur enlèvement sans que la tuyauterie soit déconnectée.

---

[96] NAITO S., SUMIYA A., OHTAKA K., FURUKAWA H., TACHIHARA T., OKAMOTO H. (1991).

[97] Historique dans YAMANOUCHI T., OMACHI S., MATSUMOTO K. (1987).

[98] La robotisation complète d'une usine neuve n'est d'ailleurs pas prévue.

[99] IZQUIERDO J.J., CHAUVIRE P., PLESSIS L. (1991).

[100] Extrait du journal d'entreprise Cogémagazine, cité sans référence par la RGN dans son premier numéro de 1982, p. 77.

[101] En anglais MERC (Mobile Equipment Replacement Cask).

[102] Le seuil d'activité est fixé à 50 mCi/m$^3$.

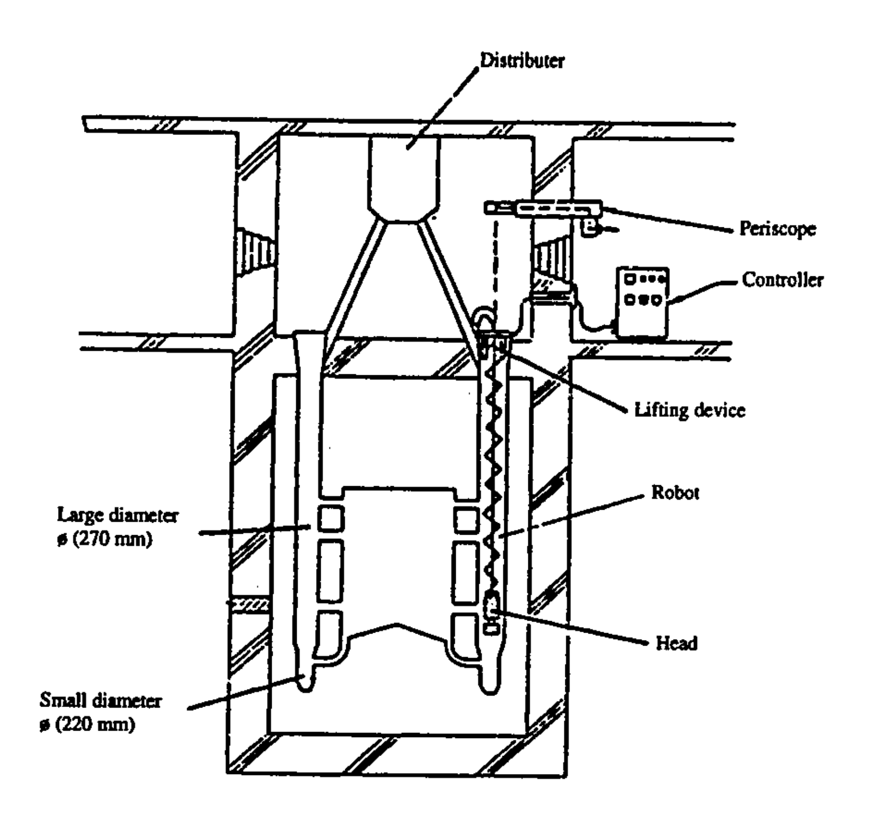



**Figure 166.** Principe de l'inspection par un robot d'un des dissolveurs de l'usine de Tokaï Mura. (Source : NAITO S., SUMIYA A. et al. (1991), p. 161.)

De manière générale l'équipement standard est installé verticalement pour faciliter les opérations de maintenance à partir du haut des cellules[103]. Il comporte une partie spécifique autorisant sa manipulation par les EMEM.

Les châteaux de maintenance, les deux types de EMEM

La taille des équipements dont le remplacement est prévu est conçue pour permettre leur transport dans deux types de EMEM en acier inoxydable protégeant des radiations qui viennent se positionner hermétiquement sur la porte d'accès située au-dessus de l'équipement, dans le plafond de la cellule.

Le premier type, dit à opercule (Figure 167) [104], autorise la manipulation d'équipements ayant jusqu'à deux mètres de hauteur et 65 cm de diamètre. Les opérations se font dans ce cas en deux temps, l'enlèvement de la pièce à remplacer puis la mise en place de l'élément nouveau, sans interrompre toutefois la fermeture hermétique du château.

Le second type permet de manipuler des éléments de moins de 15 cm de diamètre. Les EMEM pivotantes[105] ont deux places et rendent donc possible, au cours de la même opération, l'enlèvement et le remplacement des pièces.

Les EMEM à opercule sont contrôlées automatiquement par un appareillage logique programmable, les EMEM pivotantes le sont manuellement.

Les avantages des EMEM résident dans la suppression des interventions directes dans les cellules, limitant donc les contaminations externes, et dans la réduction des quantités de déchets secondaires, sacs plastiques, gants, coton. Les interventions directes en produisent inévitablement.

Les équipements déchargés sont directement placés dans des containers à déchets, qui sont à leur tour bétonnés (Figure 168).

---

[103] A l'exception des éjecteurs de vapeur. La ventilation met, comme dans les usines à maintenance directe, ces cellules en dépression par rapport aux zones d'intervention.

[104] "Hatch-type MERC" dans les sources en anglais.

[105] Terme traduit de l'anglais de la source, "Revolving MERC".

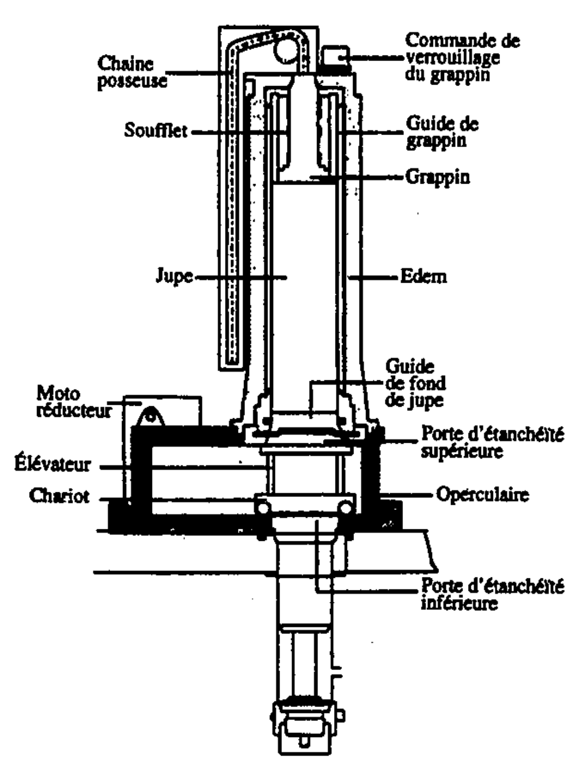



**Figure 167.** Schéma de principe d'une enceinte mobile d'évacuation du matériel (EMEM) à operculaire employée à UP3. (Source : BETIS J. (1993), p. 273.)

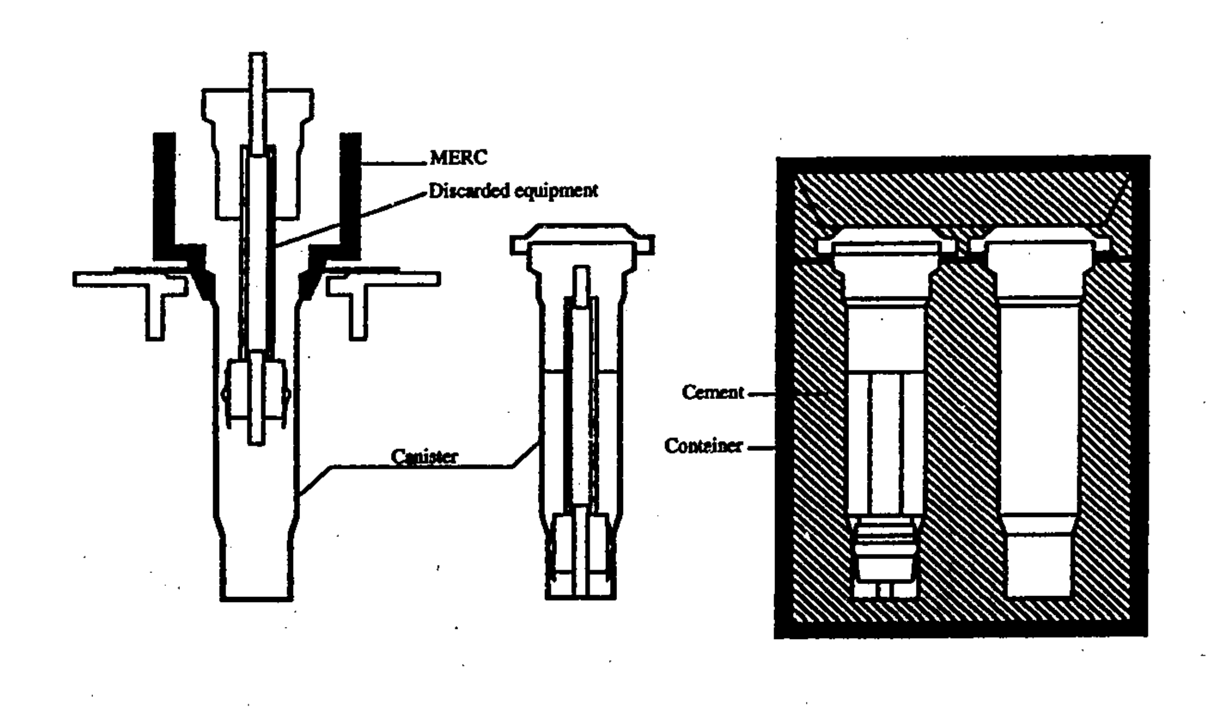



**Figure 168.** Schéma des opérations de bétonnage direct des équipements usés collectés par les EMEM d'UP3. (Source : IZQUIERDO J.J., CHAUVIRE P., PLESSIS L. (1991), p. 1116.)

Lors des opérations de maintenance, la présence humaine à UP3 est limitée dans les zones d'intervention à la conduite des EMEM pivotantes.

A Wackersdorf l'intervention de l'homme lors des opérations de maintenance aurait été, si l'usine avait été réalisée, cantonnée dans une salle de commande. La maintenance entièrement réalisée à distance allait de pair avec la modularisation complète des parties actives de l'usine.

*Wackersdorf* (Figure 169)[106] *et les cellules FEMO. Un projet d'usine modulaire sans aucune maintenance directe* [107]

L'expérimentation LAHDE-FEMO, segment de l'étude de faisabilité de Wackersdorf [108]

En 1979 un accord de coopération fut passé entre le KfK et DWK pour tester à l'échelle réelle la FEMO-Technik[109], ou technique modulaire de télémanipulation, qui constituait le concept de base de l'usine de retraitement allemande. L'objectif assigné à ce dispositif dans le discours du Président de DWK en 1985 était de diminuer les doses en exploitation[110].

En 1981 commença le programme de démonstration, au sein d'un laboratoire situé à Lahde, près d'Osnabrück. Il s'acheva au début de 1990, alors que le projet d'usine avait été abandonné. Le bilan en fut tiré lors de la Conférence de Sendai en 1991, publié dans RECOD (1991)[111].

Le système FEMO (Figure 170)

L'usine de retraitement allemande reprenait le concept des grandes cellules de la première génération des usines de retraitement, desservies par un pont roulant, mais en leur appliquant les progrès de la télémanipulation et des techniques vidéo.

Il était en effet prévu que les parties actives de l'usine seraient enfermées dans deux grandes cellules. 80 modules de 3x3 m de dimension au sol et de 12 m de hauteur[112] devaient être alignés le long des murs des deux cellules, laissant au milieu d'entre elles un couloir. Tout l'équipement nécessaire au retraitement se trouvait réparti entre ces 80 modules.

La disposition des pièces dans chaque module combinait les critères de durabilité et d'accessibilité. Les pièces à durée de vie courte devaient se trouver, soit sur la partie supérieure du module, soit sur le côté faisant face au couloir, afin de pouvoir être facilement et automatiquement remplacées. Les équipements d'un même module devaient être soudés, les connexions et déconnexions entre modules différents s'opéraient par un système de raccordement spécial, les "jumpers".

Au-dessus de ces deux grandes cellules devait se trouver un pont-roulant avec une grue pour la manipulation des modules et un système de manipulation programmable pour le remplacement des petites pièces, appelés MTS (Manipulator Transport System). L'ensemble devait être équipé d'une série de caméras vidéos fixes. Des caméras vidéo mobiles pouvaient être placées n'importe où dans les cellules pour permettre la maintenance à distance dans l'usine. Les mouvements des caméras et des équipements de manipulation étaient commandés par des opérateurs à partir d'une salle de contrôle FEMO spéciale[113].

L'objectif du système FEMO était donc clairement de rendre inutile la présence d'hommes dans les cellules radioactives. L'approche restait cependant centrée sur le travail humain, organisé par groupes de manipulation de trois personnes.

---

106 Il faut remarquer à propos de Wackersdorf que la maintenance prévue s'ajoutait aux mesures extrêmement contraignantes prises tant en termes de protection contre les agressions extérieures – qui se traduisirent par un projet de mise sous enceinte de confinement de l'ensemble de l'usine, qu'en termes de production de déchets. Les pressions extérieures au projet se sont certainement ajoutées à la tendance interne à l'entreprise. Michel Lung pense que l'ambition modulaire de Wackersdorf allait au-delà des capacités techniques actuelles. Il y aurait donc eu à ce niveau une sorte de pari, d'anticipation sur la vitesse du développement technique, comparable à celui qui eut lieu lorsque les principes de base de l'informatique installée à La Hague furent choisis (cf. infra).

107 SCHEUTEN G.H. (1985), *Die deutsche Wiederaufarbeitungsanlage, Vortrag, am 21. Mai 1985 anläßlich der Jahrestagung Kerntechnik 1985*, p. 9-10. Exemplaire ronéoté.

108 PAMELA en constituait un autre segment.

109 "Fernbedienungsgerechte Modultechnik".

110 SCHEUTEN G.H. (1985), p. 10: "Der Einsatz der FEMO-Technik eröffnet den Weg dazu, die schon heute weit unterhalb der vorgeschriebenen Grenzwerte liegende Strahlenbelastung des Betriebspersonals noch weiter zu minimieren".

111 LEISTER P., OESER H.R., FRITZ P. (1991).

112 La dimension devait permettre la fabrication en atelier et la livraison par camion des modules neufs.

113 Il y avait trois personnes par opération : un «supervisor», deux opérateurs, appelés «œil» et «main».

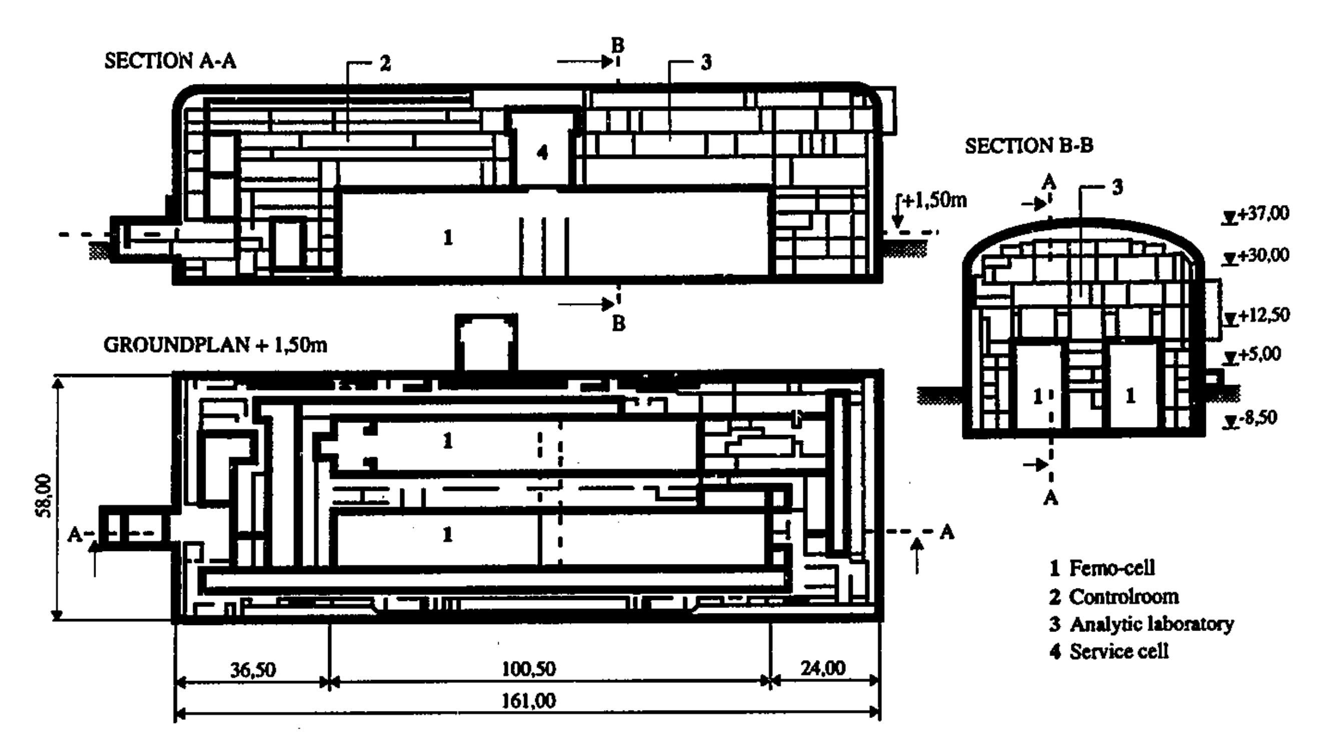



**Figure 169.** Plan au sol et vue en coupe de l'usine de retraitement prévue à Wackersdorf. Etat du projet en 1987. L'usine est très compacte, enfermée dans une enceinte de béton la protégeant des chutes d'avion, et est construite autour de deux grandes cellules FEMO. (Source : HILPERT H.J. (1987), p. 1350.)

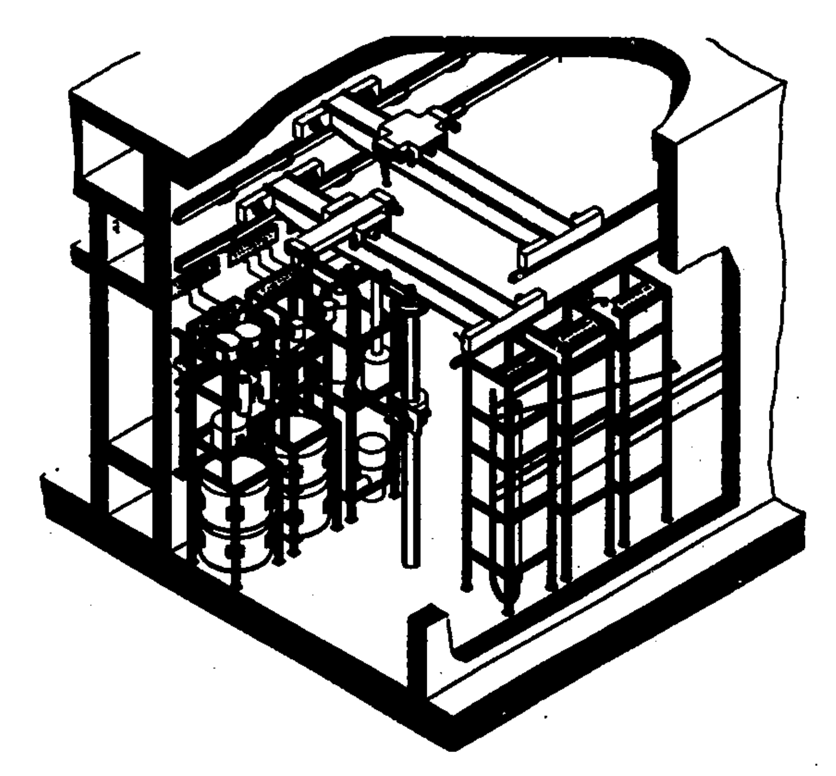


**Figure 170.** Vue en coupe d'une des cellules de Wackersdorf, avec l'alignement des deux côtés d'un couloir central des modules FEMO, desservis par des ponts roulants et les systèmes de manipulation programmables MTS. (Source : MISCHKE J. (1984), p. 437.)

Il est prévu que l'expérience de télémanipulation acquise par la cellule FEMO de Lahde soit transférée pour le démantèlement de WAK qui, en tout état de cause, devra se dérouler dans d'autres conditions que celui d'Eurochemic réalisé dans la continuité technologique de la maintenance directe. Le saut technologique est encore plus grand en ce qui concerne le troisième problème évoqué, celui de la conduite des opérations de retraitement, qui met en jeu le système d'information et de décision technique en vigueur dans l'usine.

### *Histoires de systèmes de contrôle-commande*

On appelle système de conduite ou de contrôle-commande le système de circulation d'informations nécessaire au bon fonctionnement d'une unité de production industrielle. Il y trois ensembles principaux dans ce système : émission-transmission-réception ; analyse et prise de décision ; émission-transmission-exécution. Ce système permet dans un sens – contrôle – à un opérateur d'être informé de la manière dont se déroulent les opérations matérielles dans l'usine – procédé – de prendre une décision – analyse – puis de transmettre les ordres particuliers nécessaires à l'exécution de cette décision – commande. La collecte de l'information se fait au niveau du procédé par des capteurs, essentiellement des instruments de mesure. La qualité de l'information dépend étroitement des spécificités de ces instruments, du type et de la précision des mesures, analogiques ou logiques, de la vitesse de leur transmission, de la durée s'écoulant entre deux mesures, en continu, discontinues, enfin du traitement ou non de l'information.

Il faut se garder ici de la tentation d'anachronisme envers les sources. A Eurochemic l'approche des problèmes de conduite se pose en termes d'instrumentation, de contrôle et de commande, et non en termes de systèmes d'information. Dans les documents des années quatre-vingts et du début des années quatre-vingt-dix utilisés pour rendre compte de ce qui se passe à La Hague, l'approche en terme de système d'information est explicite. En ce qui concerne la conceptualisation de ces problèmes, ce qui sépare donc les ingénieurs d'Eurochemic de 1964 et ceux d'UP3 de 1983, c'est le passage dans l'industrie du retraitement de la révolution de l'information.

### *L'instrumentation et le contrôle-commande à Eurochemic* [114]

Eurochemic est une usine qui, du point de vue de l'instrumentation et du contrôle, se caractérisait par l'utilisation de la plus grande quantité possible de matériel classique et simple, mais aussi par l'incorporation de solutions permettant une automatisation ultérieure de l'usine.

Les grands principes de l'instrumentation

Les objectifs généraux de l'usine ont trouvé leur traduction dans la «philosophie générale» de l'instrumentation suivant la grille suivante[115] :

Tableau 123. **Objectifs généraux du système d'instrumentation et de contrôle à Eurochemic**

| Objectif général | Instrumentation et contrôle |
|---|---|
| Caractère de production. | Matériel de contrôle éprouvé (dans le nucléaire ou dans la grande industrie chimique). |
| Polyvalence technique. | Chaînes simples, adaptables facilement aux transformations de procédé comme aux modifications des méthodes de contrôle. |
| Usine-pilote. | Collecte du maximum d'informations, donc multiplication des points de mesure. |
| Caractère économique. | Pas d'automatisation[116], mais automatisation ultérieure possible par le choix de la transmission électrique (et non pneumatique) des données, par l'intermédiaire d'une salle des transmetteurs opérant si nécessaire la conversion des signaux. |
| | Recours à des solutions classiques dans le domaine du traitement de l'information et de la centralisation des commandes et mesures. |

---

[114] Alain Mongon a exposé à deux reprises les grands principes dirigeant la politique d'instrumentation et de contrôle commande à Eurochemic. MONGON A. (1963), (1964). La seconde référence est la publication d'une conférence prononcée au Centre de perfectionnement technique de Paris dans le cycle intitulé «*L'automatisme dans le nucléaire*» qui reprend, dans sa première partie, les points essentiels de l'exposé fait lors du colloque sur l'instrumentation de 1963, mais qui y ajoute des réflexions sur les perspectives d'automatisation.

[115] MONGON A. (1963), pp. 2-3.

[116] Cette donnée est aussi liée à l'impératif de production, dans la mesure où l'automatisation des usines de retraitement en était à ses débuts (cf. infra).

Une instrumentation empruntée à la chimie classique pour les mesures conventionnelles et des équipements encore expérimentaux pour les dispositifs de mesures nucléaires

En ce qui concerne l'instrumentation destinée à la détermination exacte des quantités, des matériels simples et peu vulnérables à la corrosion et à la radioactivité ont été favorisés. La standardisation maximale a été recherchée. Cependant l'état général de l'industrie de l'instrumentation semble avoir été très différent selon qu'il s'agissait d'équipements conventionnels dans l'industrie chimique ou d'instruments de mesures nucléaires. Dans le premier cas il n'y eut pas de difficulté à trouver du matériel préexistant, après adaptation aux spécificités de l'activité. Dans le second cas, il fallut adapter, ou même concevoir des instruments nouveaux[117].

Tableau 124. **Principaux types d'appareillage de mesures conventionnelles utilisés dans l'usine**

| Grandeurs mesurées. | Instruments. |
|---|---|
| Volume, niveau et densité. | Tubes bulleurs (ou plongeurs),utilisés en chimie classique. |
| | Insufflation d'air ou d'azote. |
| | Doublage en cas de mesure d'alarme. |
| Pression. | Insufflation d'air ou d'azote (sur liquides actifs ou corrosifs), sinon manomètres classiques. |
| Température. | Thermocouples chromel-alumel, disposés de façon variable en fonction de la nature de la mesure (doigts de gants ou tubes guides servant à les isoler de la corrosion). |
| Débit. | Diaphragme, transmetteurs de pression différentielle, insufflation d'air pour les liquides actifs, air-lift calibré pour les colonnes pulsées. |

Les mesures nucléaires étaient de deux types, les mesures occasionnelles, par prise d'échantillons, et les mesures en continu, liées en particulier à la prévention de criticité et à la sécurité. Les prises d'échantillons étaient réalisées automatiquement – un piquage était prévu dans chaque réservoir – et les solutions à analyser étaient acheminées vers des boîtes étanches de prélèvement où elles étaient mises en bouteille pour analyse dans le laboratoire (Figures 171 à 173). Le système ne fonctionna pas bien au début de l'exploitation. Les mesures en continu étaient faites par des détecteurs spéciaux, les principales grandeurs mesurées étant le rayonnement alpha, gamma, la teneur en uranium et en plutonium, la conductivité et le PH des solutions. Il fallut beaucoup de temps pour que ces appareils donnent des résultats satisfaisants.

Un système de conduite fondé sur la transmission électrique des données vers des tableaux synoptiques surveillés par des opérateurs humains

Les informations émanant de l'usine et converties électriquement dans la salle des transmetteurs étaient acheminées vers cinq tableaux de contrôle regroupés le long d'un seul couloir au sixième étage (Figures 174 et 175)[118]. Chaque tableau de type synoptique, i.e. reproduisant les lignes principales du procédé, les alimentations en réactifs, les circuits de chauffage et de refroidissement, correspondait à un ensemble d'unités de l'usine :

- dégainage, dissolution, clarification, ajustage ;
- concentration des produits de fission ;
- extraction des premier et second cycles, régénération ;
- services généraux, ventilation, tableau de santé ;
- purification finale de l'uranium, du plutonium, traitement du solvant des premier et second cycles.

Chaque tableau comportait au niveau du synoptique les indicateurs de petit format, les commandes et les signalisations. Les enregistreurs, régulateurs et indicateurs grand format étaient regroupés au-dessous du synoptique.

Devant chaque tableau des opérateurs exécutaient les commandes nécessitées par le procédé et suivaient sur les enregistreurs et indicateurs l'avancée des opérations en cours. Des systèmes d'alarme phoniques – klaxon – et optiques – voyant rouge clignotant rapidement – se déclenchaient «lorsqu'un niveau dangereux est atteint par une variable et nécessite une intervention immédiate de l'opérateur. Ils sont précédés d'une mise en garde

---

117 SVANSSON L. (1963), Studies of in-line instrumentation at Eurochemic, AEEN/OCDE-EUROCHEMIC (1963b), session II, exposé g. Cf. aussi la 3e Partie, chap. 3. Ces évolutions ne sont pas propres au retraitement mais accompagnent une mutation d'ensemble des méthodes de mesure dans l'industrie chimique au debut des années soixante, la substitution progressive de la mesure en continu aux analyses ponctuelles d'échantillons.

118 Cf. La Figure 174, montrant le couloir de contrôle commande dans l'ICPP (1953, photographie prise vers 1958) et la Figure 175 montrant le couloir des tableaux synoptiques d'Eurochemic en 1966.

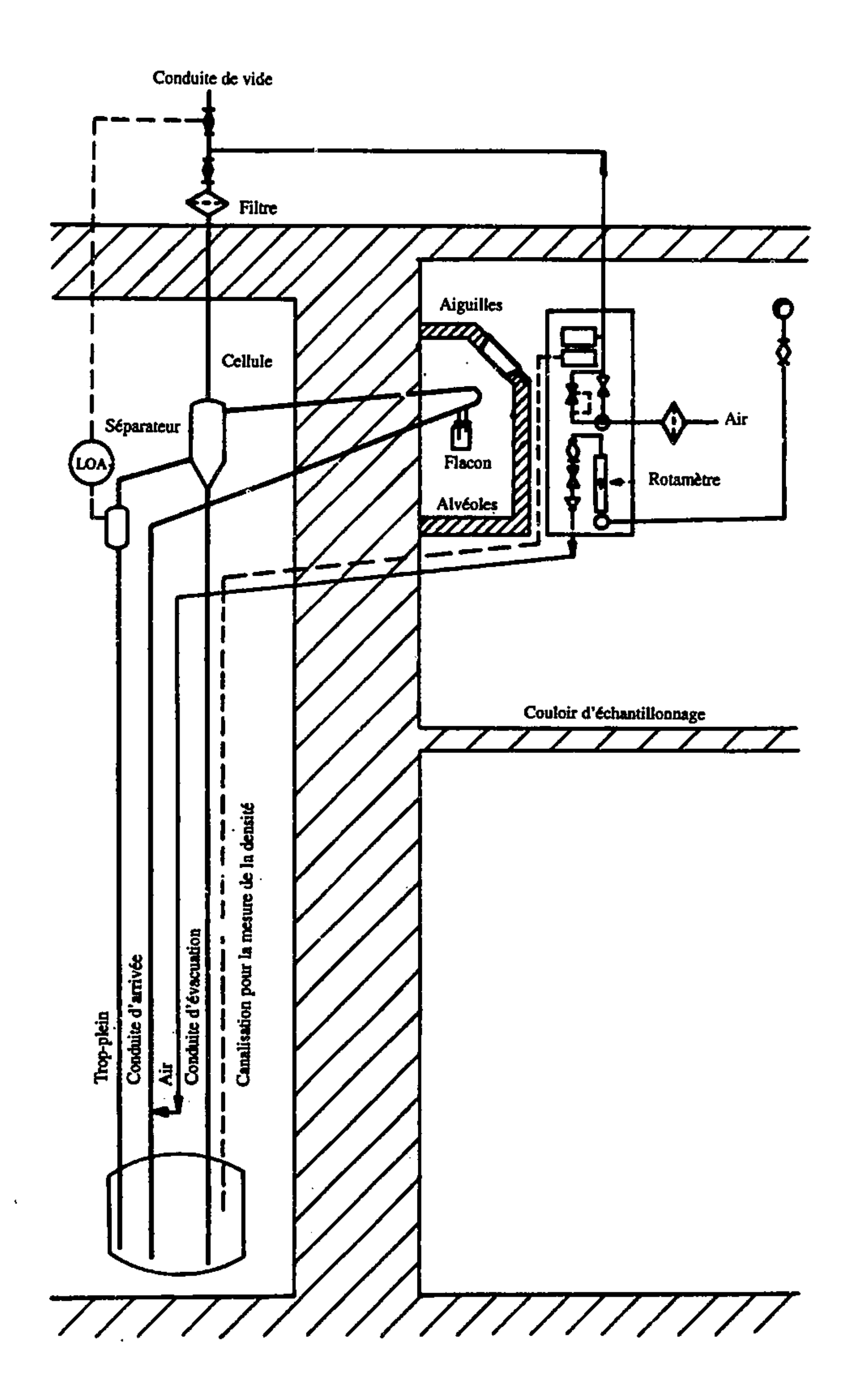



**Figure 171.** Schéma de principe du système de prélèvement des échantillons dans l'usine. (Source : RAE 1 (1963))

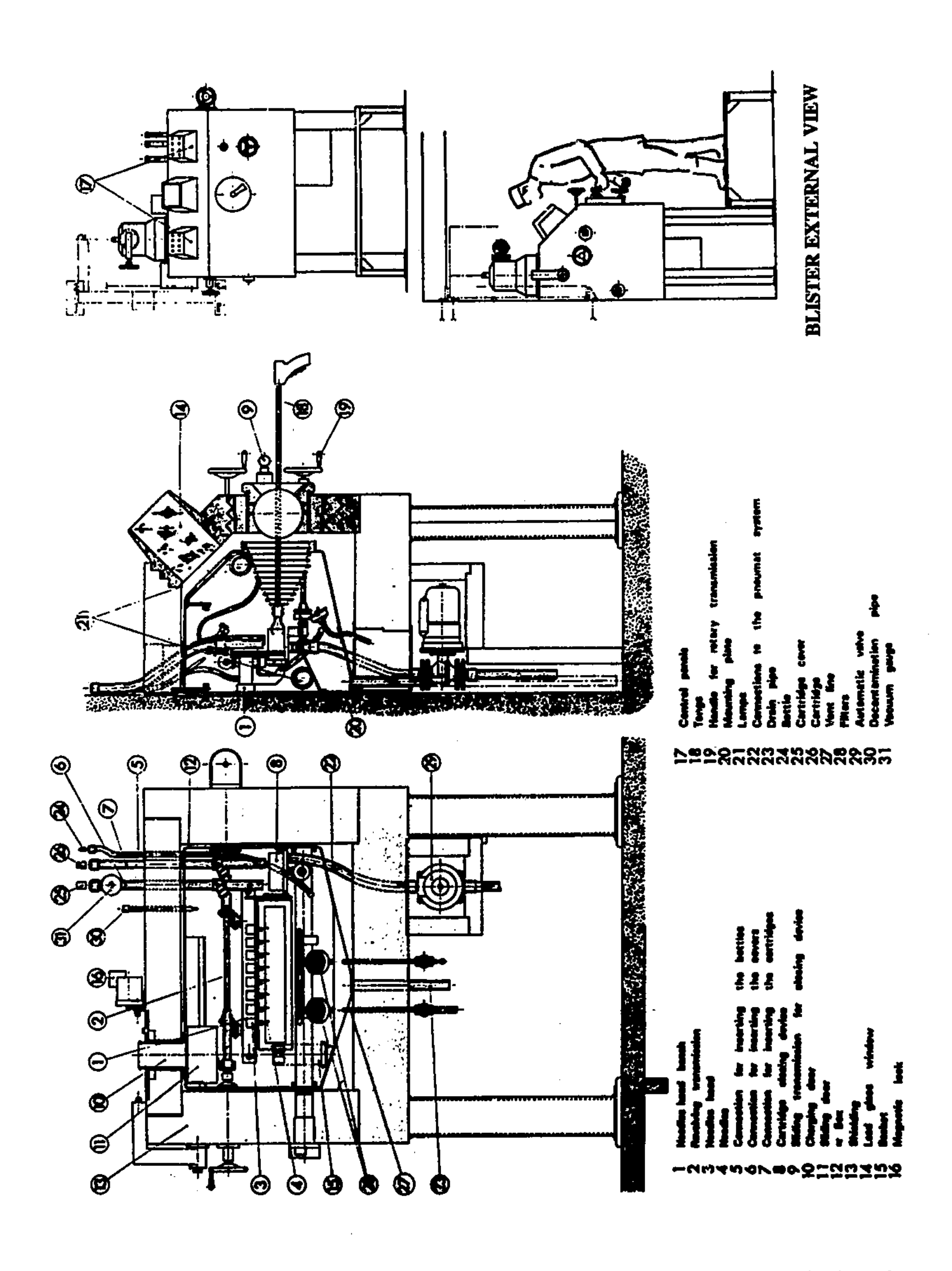



**Figure 172.** Schémas d'une des boîtes de prélèvement du couloir des prises d'échantillons de l'usine. (Source : Safety Analysis (1965), volume des figures, VIII-9.)

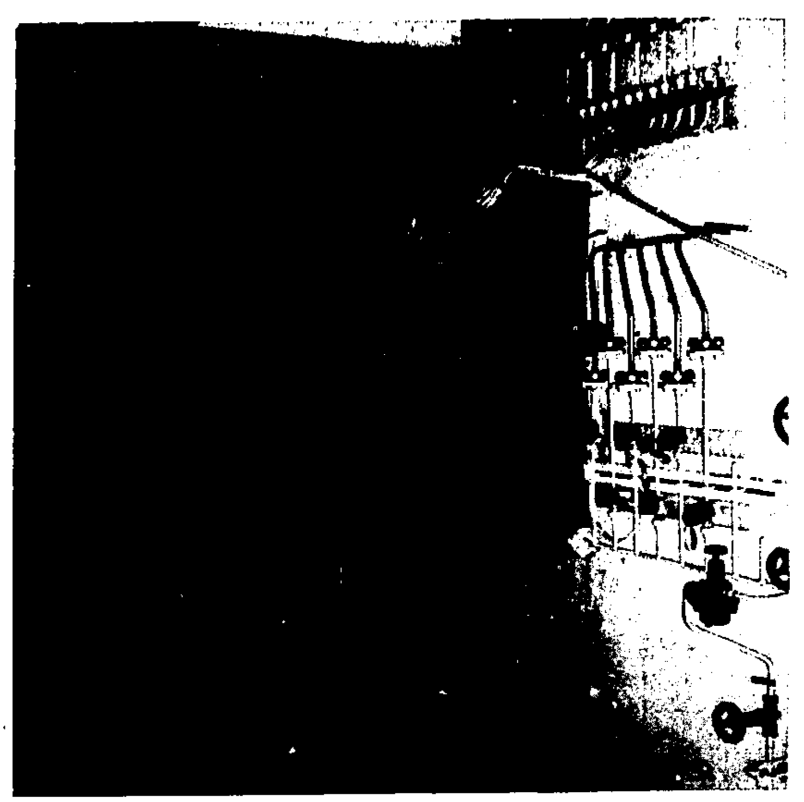


**Figure 173.** Vue extérieure d'une des boîtes de prélèvement du couloir des prises d'échantillons de l'usine. (Source : photographie prise par l'auteur en août 1992.)



**Figure 174.** Vue du couloir principal du bâtiment de traitement de l'ICPP en 1958. A gauche les tableaux de contrôle, à droite les commandes de vannes. (Source : HOGERTON J.F. ed. (1958), p. 94.)

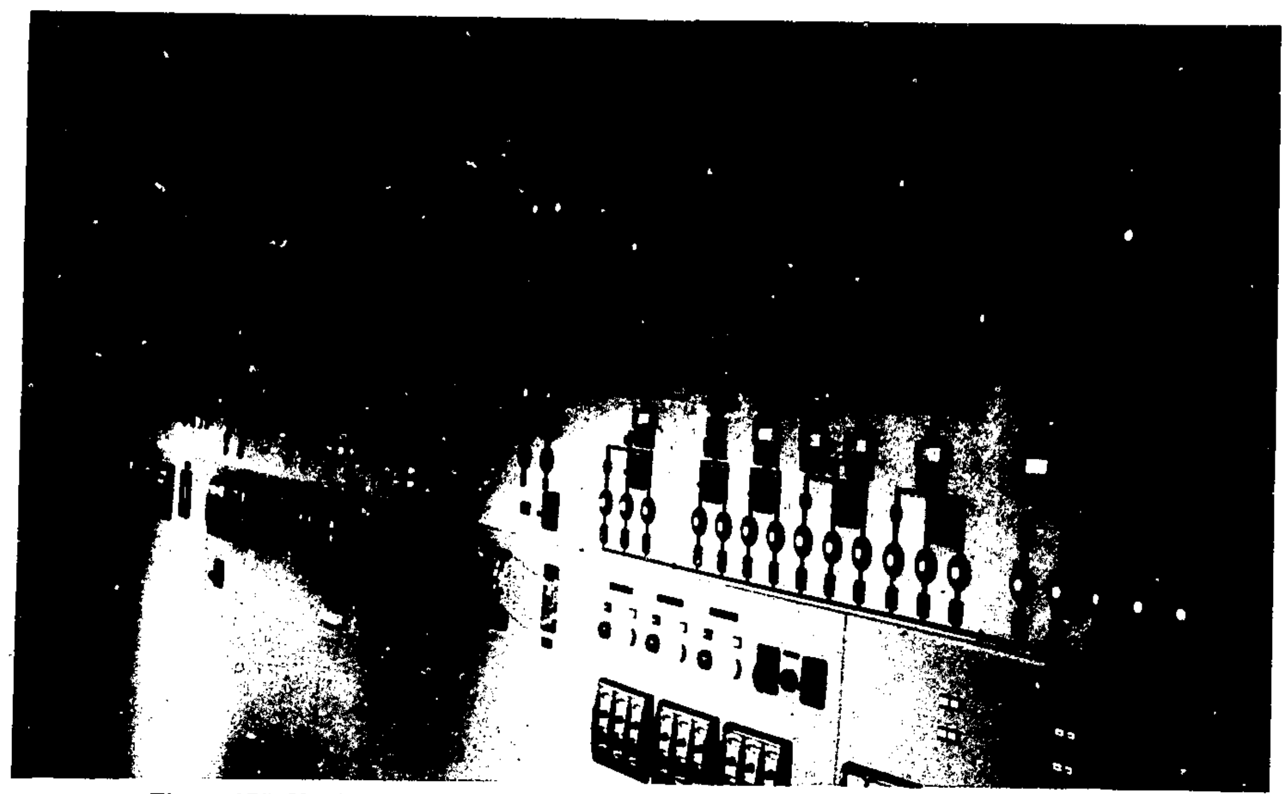


**Figure 175.** Un des tableaux synoptiques de contrôle de l'usine Eurochemic en fonctionnement. (Source : diapositive du fonds Eurochemic, sans date.)

réalisée à l'aide de contacts sur un indicateur ou un enregistreur. Un voyant blanc fixe signale qu'un niveau normal est atteint».

Les autres ateliers de l'entreprise, stockage des produits de fission, stockages finaux, stockage des inactifs, réception et stockage des éléments combustibles, possédaient leurs propres tableaux de contrôle locaux. Quelques indications importantes ou alarmes étaient renvoyées vers les tableaux du couloir de commande de l'usine principale.

En résumé le système de contrôle-commande se caractérisait dans l'usine Eurochemic par une centralisation géographique partielle – ne concernant que l'unité principale, seules quelques données passent des tableaux locaux au couloir de commande – et en ce qui concerne la conduite par la segmentation en fonction des ateliers. Le rôle des opérateurs humains dans l'analyse des informations était donc primordial. L'information était acheminée et centralisée pour eux au niveau des tableaux synoptiques. Les opérateurs étaient aidés dans la conduite par un système d'indicateurs, mais ce sont les hommes qui déclenchaient les procédures par le biais des commandes et qui prenaient les décisions de correction en cas de fonctionnement anormal. Dans le domaine du contrôle-commande comme dans celui de la maintenance, Eurochemic était donc bien une entreprise de main-d'œuvre.

L'automatisation comme étape ultérieure

Les concepteurs du système de contrôle-commande étaient en 1963-1964 très conscients que l'évolution du retraitement irait dans le sens d'une automatisation croissante. Cette dernière demeurait cependant largement une vue de l'esprit à l'époque.

Comme l'écrit Alain Mongon dans l'introduction de la seconde partie de son intervention de 1964 [119], «que cette conférence ait pour titre l'automatisme dans une usine de retraitement doit faire sourire les spécialistes de la question car l'automatisation de nos usines est, de nos jours, très limitée», surtout quand on entend par automatisme «non seulement les verrouillages nécessaires, soit pour la protection du personnel, soit pour la bonne marche du procédé, ainsi que la collection des résultats et leur présentation sous forme directement utilisable par les exploitants, mais encore la conduite automatique de l'atelier sans intervention humaine».

[119] MONGON A. (1964), p. 156 pour la première citation, p. 150 pour la seconde. Voir aussi sur ces points SVANNSON L. (1963) in AEEN/OCDE-EUROCHEMIC (1963b).

Or dans ce dernier domaine «l'automatisation complète d'une usine de retraitement [...] n'est encore qu'un rêve que caressent les ingénieurs spécialisés en instrumentation, rêve que nous souhaitons voir se réaliser d'ici quelques années, grâce au progrès des appareils de mesure en continu et des calculateurs».

Le système d'instrumentation et de contrôle-commande d'Eurochemic laissait donc la porte ouverte à l'automatisation ultérieure de l'usine. Lors de la phase de construction il avait été prévu de réaliser rapidement l'automatisation du second cycle d'extraction. Les raisons de ce choix étaient que[120] «l'automatisation de toute une unité requiert la parfaite connaissance des réactions mises en jeu dans le procédé, la possibilité de la mesure ou du calcul de tous les paramètres nécessaires et des conditions opératoires relativement constantes et bien définies». Or le second cycle se trouvait suffisamment éloigné des étapes très peu «constantes et bien définies» que constituaient la tête de procédé et le premier cycle. C'est pourquoi il fut choisi.

Cependant l'évolution financière, mais aussi le caractère polyvalent et expérimental du retraitement à Eurochemic, rendirent impossible le passage à cette seconde étape. L'automatisation d'Eurochemic en resta donc au stade du «rêve d'ingénieur».

*UP3 ou la révolution de l'information appliquée au retraitement*

Vingt-cinq années plus tard, en 1989, entrait en fonctionnement avec UP3 à La Hague une usine de retraitement dont le système de contrôle-commande était largement automatisé. Mais pour cela deux grands types de progrès avaient été réalisés, l'un interne au monde électronucléaire et relevant d'un type de progrès continu, l'autre dû à une rupture technologique concernant l'ensemble du monde industriel.

C'est d'abord la standardisation croissante des combustibles irradiés retraités liée à la victoire des réacteurs à eau ordinaire, et plus particulièrement des réacteurs à eau pressurisée, à combustible oxyde et à gaine en zircalloy[121]. Ce sont aussi les progrès continus réalisés en matière d'instrumentation spécifique. L'instrumentation à UP3 [122] reprend les mêmes grandes catégories qu'Eurochemic. Les méthodes par bullage restent primordiales pour les mesures de volumes, de densités et de pression, les thermocouples pour les températures. En revanche, pour les mesures de débit, les progrès sont plus notables, et ont été développées des méthodes nouvelles[123], comme le GEDEON – générateur de débit à orifice noyé – ou la roue doseuse. Les air-lifts n'ont plus aucune fonction de mesure de débit mais servent comme à Eurochemic aux transferts de liquides. En ce qui concerne les mesures nucléaires en ligne, dans ce qui est désormais appelé le CNP (Contrôle Nucléaire Procédé), l'appareillage n'a plus le caractère encore expérimental qu'il avait dans les années soixante, qu'il s'agisse des compteurs gamma, des compteurs à neutrons à dépôt de bore ou à l'hélium 3, l'analyseur alpha dit ANPu [124].

C'est ensuite la révolution des techniques de traitement de l'information, qui ne doit pas être réduite à l'apparition et au développement des ordinateurs, ce qui constitue une vue étroite de la «révolution informatique». On a d'ailleurs vu qu'Eurochemic avait introduit un ordinateur à la fin des années soixante pour «broyer du chiffre» dans le laboratoire analytique et à la section de comptabilité des matières fissiles.

L'apparition des micro-ordinateurs avait stimulé la réflexion sur la conduite automatique, expérimentée en France par exemple au sein de l'atelier pilote de Marcoule[125], qui fut totalement rénové au milieu des années quatre-vingts et équipé notamment d'une salle de conduite centralisée[126].

Combiné avec la révolution des matériaux, la diffusion des machines de maintenance et avec les progrès importants réalisés par les capteurs, le développement des réseaux informatiques a permis le saut vers un nouveau système technique, celui de la troisième révolution industrielle.

---

[120] MONGON A. (1964), p. 157.

[121] Même si la configuration géométrique des combustibles irradiés arrivant pour retraitement reste aujourd'hui encore très variée en raison de la durée de vie des réacteurs.

[122] GOMEZ J. (1983) et BERN J.-B., WAISS Y. (1983).

[123] BERN J.-B., WAISS Y. (1983), p. 404-405.

[124] BERN J.-B., WAISS Y. (1983), p. 406-407.

[125] Mis en service en 1960.

[126] Cf. MUS G., LINGER C. (1987). On peut citer ici des extraits du résumé de l'article, p. 1519 : «Une refonte complète du système de conduite a été entreprise: les pupitres de commandes qui étaient implantés localement à proximité des différentes unités ont été regroupés dans une salle de conduite centralisée; pour ce faire, les chaînes de mesures et d'actions ont été remplacées par des nouveaux ensemble d'acquisitions et de traitement des données faisant appel à l'utilisation d'algorithmes numériques. D'autre part, la gestion et la commande de certaines unités [...] ont été confiées à des automates programmables. Enfin, certaines opérations [...] sont réalisées en mode totalement automatique».

Les principes de la conduite. Critique et retour d'expérience des tableaux synoptiques – Centralisation et intégration des informations

La «philosophie» de la conduite de procédé dans les nouvelles usines de La Hague[127] fut élaborée et réalisée sous la direction de SGN à la demande du maître d'ouvrage, la Cogéma, par un regroupement de sociétés d'ingénierie associant, outre la Société Générale pour les techniques Nouvelles, USSI, Technicatome et Technip. Les aspects spécifiquement informatiques furent mis en œuvre par un Groupement d'intérêt économique (GIE) nommé ESIA (Engineering des Systèmes Informatisés d'Automatisation).

Cette «philosophie»[128] repose sur la centralisation du contrôle-commande au sein d'une «salle de conduite unique dans un bâtiment central regroupant également les laboratoires d'analyse, la préparation des réactifs communs et les bureaux de la structure d'exploitation de jour.[...] Dans cette salle de conduite on trouvera également la surveillance centralisée du contrôle de radioprotection».

L'ampleur du problème de l'information peut être illustrée par le décompte prévisionnel des mesures devant provenir d'UP3 : 3750 mesures, dont 875 en continu, 400 000 informations logiques[129], sans compter les résultats des analyses de laboratoire.

L'inflation des flux d'informations nécessaires avait entraîné des problèmes non seulement physiques mais aussi de conduite des usines de retraitement.

Physiquement, le système présenté comme «conventionnel» ou «classique» dans les sources de 1983, et qui désigne celui qui fut en vigueur à Eurochemic, n'apparaît plus comme utilisable. Les liaisons matérielles – câblages, liaisons pneumatiques – seraient trop nombreuses, trop peu souples (une modification du procédé nécessite de recâbler), les tableaux de contrôle deviendraient trop longs.

En ce qui concerne la conduite, l'«effet feu d'artifice», constituait une des causes d'arrêts de l'installation diminuant la productivité[130].

«On peut obtenir un effet «feu d'artifice», résultant de la présence simultanée de plusieurs informations (parfois en très grand nombre), dont certaines sont inutiles, les autres étant induites par une ou deux informations originelles importantes. Il en résultera une interprétation difficile, parfois hasardeuse pour l'opérateur, puisqu'il lui faudra, devant une situation anormale et généralement nouvelle de l'état de l'installation, déduire la phase initiale de l'installation [et] le défaut qui, par la dynamique du procédé, a conduit à la situation constatée. Face à cette difficulté, le procédé continuant à évoluer en multipliant les avertissements, l'opérateur déclenchera un arrêt de production».

A Eurochemic de tels arrêts sont déjà attestés. D'après Emile Detilleux, on déroulait alors les bandes de papier enregistreur sur une table de la salle de contrôle et on les examinait au calme pour tenter d'interpréter le problème survenu. Une telle procédure était normale dans une usine-pilote, elle était inacceptable dans une unité de production industrielle.

La conduite de procédé à UP3

«Le développement des technologies numériques, avec l'apparition des microprocesseurs, a permis d'envisager un système de conduite numérique pour les usines de retraitement des combustibles irradiés».[131] Le saut technologique aboutit à la construction d'une architecture de conduite à trois niveaux, la logique d'ensemble étant de traiter l'information à chaque niveau pour simplifier et agréger les informations transmises au fur et à mesure qu'on s'élève dans les niveaux (Figure 176).

---

[127] Elle est exposée dans un ensemble d'articles publiés par la RGN en septembre-octobre 1983, regroupés sous le thème «*Contrôle-commande et instrumentation dans les usines de retraitement*», avec une introduction générale de PEROT J.P. (1983), deux articles consacrés respectivement à l'instrumentation conventionnelle, GOMEZ J. (1983), ainsi qu'à l'instrumentation nucléaire, BERN J.B., WAISS Y. (1983), et deux articles portant l'un sur le système de conduite, SILIE P. (1983), l'autre sur la salle de conduite, PIGNAULT J. (1983). Tous les articles émanent de SGN, et principalement du service Conduite-Instrumentation, subordonné au Département procédé, lui même inclus dans la Division Procédé-Sûreté-Essais.

[128] PEROT J.P. (1983), p. 400-401.

[129] De type TOR, tout ou rien.

[130] SILIE P. (1983), p. 411.

[131] SILIE P.(1983), chapeau d'introduction p. 408.

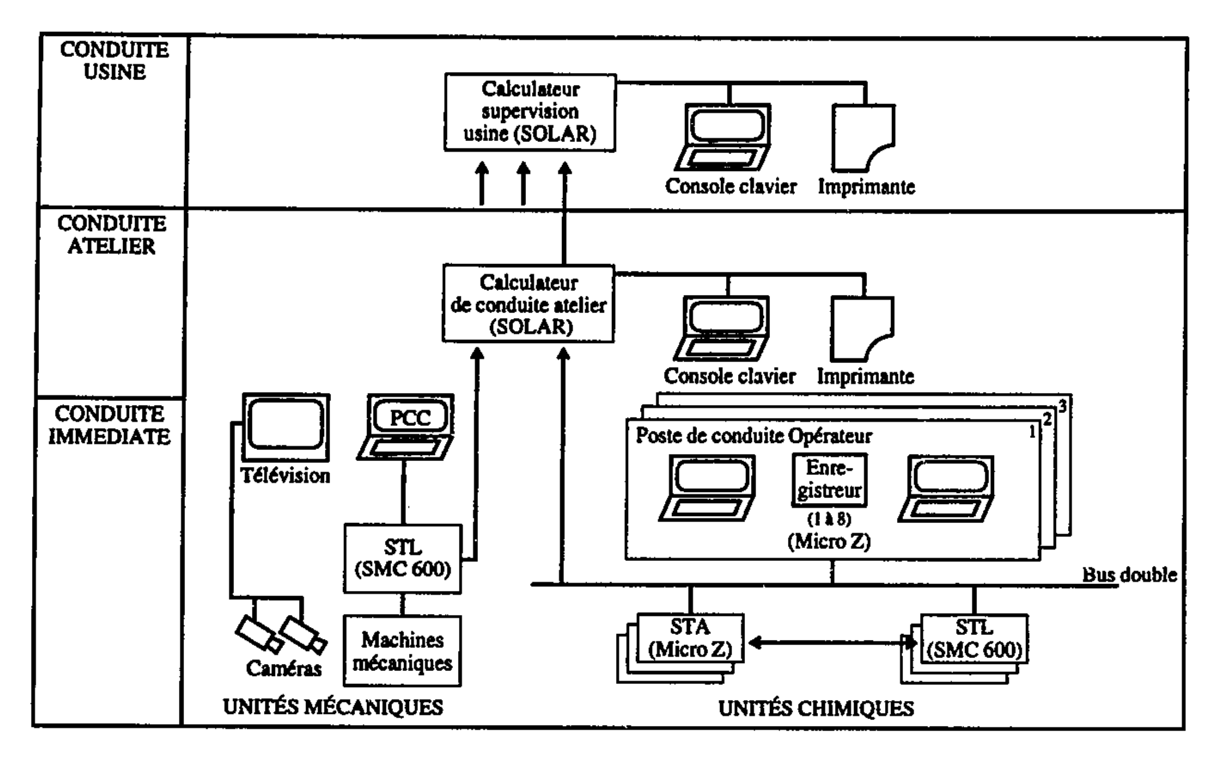



**Figure 176.** Schéma d'organisation générale des systèmes de conduite d'UP3. (Source : SILIE P. (1983), p. 410.)

La conduite immédiate est prise en charge par des systèmes de traitement automatique (STA) situés dans les ateliers et au plus près des capteurs et des actionneurs[132]. Ces STA transmettent des informations déjà synthétisées et reçoivent des ordres par le relais du système de communication aux postes de commande centralisés (PCC).

La conduite de chaque atelier ou groupe d'ateliers se fait par l'intermédiaire d'un «calculateur de conduite atelier» et la conduite de l'usine par un «calculateur supervision». Les informations sont synthétisées par la machine et présentées à l'opérateur en fonction des exigences de la conduite et non plus seulement en fonction de la réalité physique de l'installation comme cela était le cas avec les tableaux synoptiques «classiques». Pratiquement l'opérateur a sur sa console des schémas ou organigrammes fonctionnels sur lesquels sont seulement portées des informations synthétisées sous une forme binaire[133] lui permettant de faire le diagnostic du procédé sans risquer d'être submergé par l'information. Il peut accéder à un second niveau d'affichage de détail de l'installation «organisé autour de synoptiques conventionnels» en cas de besoin.

L'ensemble des PCC est regroupé dans une seule salle de conduite de 1800 m$^2$, jouxtant les salles informatiques et conçue pour qu'une cinquantaine d'opérateurs puissent y travailler en horaire posté[134]. Alors qu'à Eurochemic les tableaux de commande-contrôle étaient établis en fonction des exigences purement techniques de l'usine, la salle de commande-contrôle tente de traduire, dans l'organisation spatiale d'une salle de commande informatisée, toute une réflexion sur l'organisation du travail et sur l'interface homme-machine, qui est embryonnaire à Eurochemic.

---

[132] Il y a deux types de systèmes de traitement différents suivant que l'information est analogique ou logique, cf. SILIE P. (1983), p.408. Les STA analogiques, qui concernent exclusivement la partie chimique de l'usine, sont, du fait de l'implantation d'un microprocesseur, capables de corriger automatiquement la partie du procédé dont ils sont responsables en suivant des algorithmes. La régulation peut se faire de façon multivariable, alors qu'auparavant elle était monovariable. L'opérateur n'a donc plus à se soucier du détail des réglages.

[133] De type TOR.

[134] PIGNAULT J. (1983) présente la méthodologie générale de conception et l'avant-projet de la salle de commandes. La visite de la salle de conduite d'UP3 fait partie du programme de visite du site. L'auteur a pu grâce à la Cogéma visiter la salle de conduite en opération le 25 mai 1992.

Comme le résume J. Pignault[135] «le problème que doit résoudre l'étude de conception peut [...] être formulé de la façon suivante : les procédés à exploiter étant définis, trouver l'organisation du travail et les technologies à mettre en œuvre permettant de donner à chaque exploitant [i.e. opérateur] un domaine de responsabilité clair et une charge de travail adéquate en toute phase d'exploitation[136] ; en déduire les caractéristiques de la salle de conduite».

Un système de gestion en réseau de toutes les données du retraitement. La Hague et le "Total Data Management System" (TMDS)

Mais l'informatisation du retraitement à La Hague a aussi eu pour ambition, au delà des aspects de conduite de procédé, une centralisation générale de l'information permettant un suivi en temps réel de l'évolution de nombreux paramètres ainsi qu'un traitement interconnecté de toutes les données collectées.

Le site de La Hague a ainsi été doté à la fin des années quatre-vingts d'un système de gestion totale des données, appelé TDMS[137], qui gère sur tout le site le réseau dit HAGUENET [138], lui-même mis en service pendant l'été de 1987 [139].

Sont présentes sur le réseau des données en provenance de l'usine[140], concernant aussi bien les opérations que la maintenance[141], la documentation technique[142], la gestion du personnel, tant dans ses aspects traditionnels que radiologiques[143]. Le système englobe également toute la documentation sur l'informatique implantée sur le site[144] et les procédures d'accès sélectifs à l'information.

L'avantage attendu, au delà de la possibilité de traiter rapidement et souvent en temps réel une information plus fiable car émise directement par ses producteurs, est d'obtenir des gains tant en productivité qu'en sécurité.

Par rapport à Eurochemic le saut conceptuel[145] que les sources publiées permettent de présenter est considérable, justifiant l'appréciation d'un changement de génération technique en moins d'une génération humaine.

**Le retraitement et les hommes du retraitement – Générations professionnelles, culture d'entreprise et réseau Eurochemic**

La dernière partie de ce chapitre perspectif part de deux interrogations simples.

Le retraitement fut une activité nouvelle en Europe dans les années cinquante. Les ingénieurs et techniciens qui ont conçu, construit et fait fonctionner Eurochemic n'étaient pas au départ des spécialistes du retraitement puisque celui-ci n'existait pas. Il n'est donc pas inintéressant de savoir de quels secteurs d'activité ils provenaient.

Eurochemic avait pour fonction de former des spécialistes. La Société s'est acquittée de ces fonctions aussi bien pendant sa vie active d'usine-pilote de retraitement que pendant la période de gestion des déchets. Elle a

---

135 Ibid. p.412.

136 Cette idée est précisée plus haut dans la même page à travers le «critère de souplesse qui permet à des effectifs dimensionnés pour un fonctionnement de routine d'assurer, sans surcharge notable, la conduite des installations en démarrage, en arrêt ou en régime perturbé".

137 Total Data Management System.

138 Il s'agit d'un réseau de type Ethernet, l'architecture matérielle consistant en 17 km de fibres optiques et 17 km de câble coaxial reliant 1600 points de connexion.

139 Communication faite lors de la Conférence RECOD qui eut en 1991 à Sendai au Japon, in CHABERT J., COIGNAUD G., PEROT J.P., FOURNIER W., SILVAIN B. (1991). Voir aussi CHABERT J., ROULLAND M. (1991).

140 TMDS n'intègre pas les systèmes de contrôle de procédé.

141 Pour le fonctionnement de l'usine il s'agit notamment des données relatives à la comptabilité des matières fissiles, au laboratoire analytique (150 000 données par an), à la gestion des déchets, aux patrouilles de contrôle. Pour la maintenance, c'est un système expert d'aide au diagnostic et un système de gestion informatisé des pièces détachées, dit SELAMO.

142 Bibliothèque d'un million de documents, utilisés pour la conception assistée par ordinateur et pour la maintenance.

143 800 000 mesures annuelles.

144 Software maintenance Center ou SMC.

145 Il faudrait compléter l'étude conceptuelle par une analyse de ce qui se passe réellement dans l'usine.

cessé de retraiter au bout de huit années. Que sont devenus les hommes[146] qui y ont travaillé après avoir quitté la Société ?

Une enquête quantitative exhaustive n'a pas été possible ni souhaitée. Mais une appréciation qualitative a été faite à partir de sources dispersées et des témoignages recueillis lors des entrevues. A également été utilisée la liste des participants au colloque sur «l'expérience Eurochemic» organisée en juin 1983 dans les locaux du BCMN à Geel.

***Les sources d'expertise – Les hommes d'Eurochemic avant Eurochemic***

Eurochemic a puisé ses chercheurs, ingénieurs et techniciens à deux sources principales. La première est nucléaire, la seconde chimique.

Les spécialistes situés à l'intersection des deux domaines, c'est à dire en chimie des matières radioactives, étaient en effet rares à l'époque. A cet égard, Eurochemic a bien sûr pu bénéficier du savoir-faire français, puisque la France était le seul pays à disposer de spécialistes du retraitement, comme Yves Sousselier, André Redon ou Michel Lung. Elle a puisé également dans les ressources du département de chimie nucléaire du CEN de Mol, avec par exemple Emile Detilleux. La coopération néerlando-norvégienne à Kjeller a également fourni un noyau de spécialistes, comme Teun Barendregt.

Sauf pour les Français qui avaient déjà l'expérience de la construction d'une usine de grande taille, pour la plupart de ces spécialistes, le problème était de passer de l'échelle du laboratoire ou de la toute petite unité à une taille plus grande et à des problèmes de type industriel. On a vu d'autre part l'importance qu'avait pu revêtir la présence quasi-ininterrompue sur le site d'un représentant américain. Il faut à ce propos souligner l'importance des stages aux Etats-Unis pour une partie importante de ces spécialistes, soit dans leur formation initiale – Emile Detilleux à Brookhaven – soit lors de la première phase du projet. Le voyage initiatique aux Etats-Unis a été une étape partagée par de nombreux responsables.

Les hommes spécialisés dans la chimie nucléaire restaient cependant rares au début des années soixante et la construction de l'entreprise se fit grâce à la reconversion de chercheurs venus d'autres horizons, en particulier de la chimie, attirés par les perspectives tant intellectuelles que de carrière dans ce domaine nouveau, alors considéré comme porteur et plein d'avenir. On a vu l'intérêt porté par toutes les grandes firmes chimiques au retraitement à l'époque, le rôle fondateur de Du Pont de Nemours, celui d'ICI au Royaume-Uni. Etaient réunis autour du berceau d'Eurochemic les grands noms de la chimie européenne de l'époque, comme Saint-Gobain, Hoechst, ou Montecatini.

Les hommes de la chimie étaient présents dans l'aventure et provenaient de deux secteurs principalement, la pétrochimie et la pharmacie.

En ce qui concerne la pétrochimie, c'était le cas de Teun Barendregt avant son entrée à Kjeller ; de même Yves Sousselier était issu de l' Ecole de Chimie du Pétrole. Les ponts entre la pétrochimie et le retraitement sont en effet assez nombreux. L'extraction au TBP met en jeu des hydrocarbures, et les ingénieurs du pétrole ont l'habitude des opérations de séparation, même s'il y a peu de points communs entre une tour de cracking catalytique et une colonne pulsée. Le raffinage des huiles de graissage se faisait par extraction au solvant[147], et l'on travaillait dans le pétrole, soit avec des mélangeurs-décanteurs, soit avec des colonnes d'extraction.

En ce qui concerne la seconde branche de la chimie, la pharmacie, exemplaire est la trajectoire de Rudolf Rometsch qui était avant d'entrer dans l'aventure d'Eurochemic chercheur dans les laboratoires de la firme chimique et pharmaceutique suisse CIBA à Bâle où il était, en tant que physico-chimiste, chargé de l'introduction des méthodes physiques dans la recherche chimique. Son arrivée dans le champ du retraitement fut liée à deux facteurs. Le premier était sa connaissance en tant que chercheur des méthodes de séparation, en particulier sur des colonnes d'extraction à contre-courant. La seconde était qu'il avait déjà eu des contacts à la fois avec les Etats-Unis et avec le domaine nucléaire par le biais du problème des autorisations délivrées aux produits pharmaceutiques par la Food and Drug Administration (FDA), qui utilisait des méthodes d'analyse nucléaire dans ses laboratoires.

Après la période de fondation, les origines professionnelles des personnes travaillant à Eurochemic deviennent plus spécialisées. Les formations en chimie nucléaire se multiplient dans les années soixante et les stagiaires, passant à Eurochemic pour une durée de deux à trois années, venaient y parfaire leurs connaissances

---

146 Surtout des hommes, les femmes y ayant toujours été très minoritaires et cantonnées dans des emplois de bureau, loin des zones radioactives.

147 Témoignage d'Yves Sousselier, qui travaillait dans ce secteur à la raffinerie de Port Jérôme, située en bord de Seine, en aval de Rouen quand il fut par hasard présenté à Bertrand Goldschmidt, qui cherchait justement des spécialistes de ce genre d'opérations.

pratiques. L'instabilité relative du personnel de haut niveau posa des problèmes de gestion. Les départs et les arrivées étant nombreux, la continuité des recherches en souffrit parfois. La belgisation progressive entraîna certes une stabilisation des équipes, mais au détriment de la fonction de formation. Il faut préciser toutefois le rôle particulier des Espagnols dans le noyau stable. Leur assez forte présence s'explique par les conditions politiques de ce pays dans les années soixante et au début des années soixante-dix. La plus grande part des Espagnols d'Eurochemic était, semble-t-il, faite d'opposants au franquisme. Leur long séjour en Belgique se traduisit pour certains d'entre eux par des mariages sur place, et la mort du caudillo n'entraîna donc pas leur retour au pays.

***L'essaimage de l'expertise – Les hommes d'Eurochemic après Eurochemic*** [148]

Quelles trajectoires professionnelles ont suivi les cadres d'Eurochemic après avoir quitté l'entreprise? Les facteurs sont évidemment extrêmement divers et fonction tant des caractéristiques individuelles que nationales, économiques, etc. Le fait que la plupart des pays adhérents n'aient pas, par la suite, fondé leur propre usine nationale de retraitement a joué bien sûr un rôle amplificateur de l'extrême diversité des parcours. Une certaine logique se dégage cependant des trajectoires professionnelles identifiées et analysées.

Bien entendu on retrouve les hommes d'Eurochemic dans les projets de retraitement nationaux, aussi bien en Allemagne qu'en Italie et les Français provenant du retraitement y sont en général retourné.

Plus largement les hommes d'Eurochemic ont trouvé leur place dans les agences, des centres nucléaires nationaux ou des entreprises nucléaires qui ne s'occupaient pas spécifiquement de retraitement, comme le Centre de Karlsruhe en Allemagne ou de Würenlingen en Suisse. Le domaine de la gestion des déchets est bien représenté, que ce soit en Espagne à l'ENRESA, en Suisse à la CEDRA/NAGRA ou en Belgique à l'ONDRAF/NIRAS, en raison des liens de «cause à effet» existant entre ces deux activités.

Ces trajectoires peuvent être définies comme relevant d'une logique sectorielle, qui s'inscrit dans un des objectifs de l'entreprise.

Pour un certain nombre de personnes le passage par Eurochemic a été une étape, et parfois la première, pour une carrière dans des organismes internationaux nucléaires. On trouve des «anciens d'Eurochemic» à l'AEN/OCDE, à Euratom et dans ses établissements de recherche, comme l'Institut des Transuraniens de Karlsruhe ou le BCMN de Geel, ainsi qu'à l'AIEA où Rudolf Rometsch recruta de nombreux collaborateurs parmi des anciens d'Eurochemic dans le département des garanties qu'il dirigeait et qui était chargé du développement et de l'application du système d'inspection dans le cadre du TNP. On en trouve aussi dans les entreprises nucléaires internationales, comme Eurodif, Urenco ou Transnuklear.

De même certaines personnes ont totalement abandonné le domaine nucléaire ou se sont retrouvées dans des entreprises pour qui le nucléaire était marginal, comme Comprimo. On retrouve parfois le mouvement inverse de celui qui avait eu lieu aux origines. C'est le cas pour la chimie, à Rhône-Poulenc, Sulzer ou dans l'industrie espagnole des engrais. Parfois, le lien avec le nucléaire est ténu ou plus que ténu. C'est le cas pour des «anciens d'Eurochemic» devenus, l'un chef d'une centrale thermique, l'autre, Directeur des ventes d'une grande entreprise automobile.

***Le réseau et l'esprit Eurochemic*** [149]

L'échec du retraitement européen a donc suscité un essaimage des hommes et des compétences acquises dans des secteurs divers. Mais il ne s'est pas accompagné, bien au contraire, de l'extinction d'un sentiment très fort d'appartenance communautaire, que ses membres qualifient diversement, la «famille Eurochemic», «les anciens d'Eurochemic», la «mafia Eurochemic». «L'esprit Eurochemic» a fortement marqué de nombreux acteurs de ce qu'ils appellent volontiers «l'aventure Eurochemic». Eurochemic a indéniablement généré une «culture d'entreprise» parmi les cadres supérieurs de la Société. La plupart des témoignages recueillis insistaient sur les liens qui demeuraient entre les personnes concernées. L'information sur ce que sont devenus les anciens est très vivace, les échanges de correspondance ou les coups de téléphone sont nombreux.

Le réseau tissé par les anciens d'Eurochemic a déjà été évoqué par les carrières identifiées. Il peut être précisé géographiquement et institutionnellement par la photographie faite en 1983 lors d'une grande rencontre entre les anciens, alors que la fin de l'entreprise semblait proche. Elle a rassemblé 150 personnes à ce Séminaire sur l'expérience Eurochemic du 9 au 11 juin 1983 à Mol[150], dont la provenance est indiqué au tableau 125 [151].

---

[148] Pour des raisons de confidentialité aucun nom n'est donné ici.

[149] Les sources sont, outre le Colloque de 1983, essentiellement orales et dispersées.

[150] ETR 318, liste des participants.

[151] Ont été reprises les activités déclarées par les participants.

Tableau 125. **Provenance des participants au séminaire sur l'expérience Eurochemic de juin 1983**
( par nombre décroissant de participants ; entre parenthèses le nombre de personnes s'il est différent de l'unité)

| Pays | Agence nucléaire, Centre nucléaire ou Ministère | Entreprise | Autres et remarques |
|---|---|---|---|
| Belgique (40) | CEN/SCK (7), Secrétariat d'Etat à l'Énergie (4),<br>Ministère de la Santé publique (2) | Belgonucléaire (11)<br>Comprimo Belgium (8)<br>EBES (2)<br>UEEB (2)<br>CORAPRO, SYNATOM, FBFC, Socertec, BBL | |
| Allemagne (34) | GfK (6)<br>Ministère de l'Intérieur, de l'Energie, BMFT | WAK (6)<br>DWK (5)<br>Uhde (5)<br>NUKEM (2) Gesellschaft für Reaktorsicherheit (2)<br>KEWA, Kraftanlagen AG, Transnuklear, Quadrex | Une personne à titre privé |
| International (30) | Euratom (3)<br>AEN/OCDE (2)<br>Comité de liaison nordique pour l'énergie nucléaire | Eurochemic (19), URENCO (2)<br>BCMN (2), Institut européen des transuraniens | |
| France (13) | CEN-FAR (3)<br>CEA Marcoule (2), Conseil d'Etat | SGN (4)<br>USSI<br>Sofratome, Jacomex | |
| Italie (7) | ENEA (5) | EUREX Saluggia (2) | |
| Suisse (5) | EIR (2)<br>NAGRA | Motor Columbus Consulting Engineers (2) | |
| Danemark (4) | Risö National Lab (2)<br>Danish Energy Agency, | Skaerbaekvaerket | |
| Pays-Bas (4) | Ministère du logement, Energiecentrum Nederland (Petten) | Nucon (2) | |
| Japon (4) | PNC (3) | JGC | |
| Norvège (3) | Institute for Energy technology (Kjeller) | Norsk Hydro Research Center | Une personne à titre privé |
| Suède (2) | Studsvik Energiteknik AB | Swedish Nuclear Fuel Supply Co | |
| Portugal (1) | Ministère de l'Industrie et de la technologie | | |
| Brésil (1) | NUCLEBRAS | | |
| Autriche (0) | | | |
| Espagne( 0) | | | |
| Turquie (0) | | | |

En 1990 a eu lieu une nouvelle rencontre et il prèvu qu'une autre se produise en 1996.

Ces réunions sont autant d'occasions d'échanges, non seulement de souvenirs, mais aussi de discussions ou de consultations informelles sur des problèmes actuels dont sont encore chargés certains de ses membres.

Cette solidarité est un reflet de la culture d'entreprise développée au cours de trente cinq années de coopération internationale. Les anciens d'Eurochemic soulignent à la fois les difficultés et les plaisirs du travail entre personnes de nationalité différentes. Difficultés linguistiques bien sûr, dont la solution a été l'"Eurochemic English", difficultés nées de manières différentes d'envisager les problèmes. Ils insistent sur la joie du travail en commun axé sur la recherche de solutions de compromis. Ils gardent en général de leur passage à Eurochemic un souvenir très agréable, humainement et professionnellement.

Ils regrettent qu'une entreprise de retraitement européen n'ait pas pu voir le jour. Ils demeurent cependant persuadés que le cadre international reste le meilleur pour trouver des solutions aux problèmes générés par le nucléaire et partant regrettent l'approche nationale actuellement dominante.

On peut voir dans ces prises de position une conséquence directe du sentiment d'appartenance à un groupe exceptionnel dans l'histoire du retraitement. On peut aussi y lire la solidarité d'un petit groupe qui fut à la fois exposé, comme «nucléocrate» et comme «retraiteur», à des attaques de la part des mouvements antinucléaires et, comme participant d'une coopération internationale, aux contempteurs de ce type d'expérience à l'intérieur même du monde nucléaire. On peut aussi y voir la preuve qu'a existé une expérience internationale unique, dont le bilan est contrasté.

Eurochemic est ainsi exemplaire d'une certaine conception de la R&D et de la coopération internationale qui, à bien des égards, appartient à un passé irrémédiablement révolu. Certains éléments de la coopération internationale qui y furent à l'œuvre ne sont peut-être pas dénués d'avenir.

*Chapitre 2*

# Eurochemic et la coopération européenne dans le domaine nucléaire
## Essai de mise en perspective économique et politique

Après avoir tenté de mesurer l'héritage technique d'Eurochemic, il importe d'en évaluer la place dans la généalogie institutionnelle de la coopération nucléaire européenne. Dans le foisonnement des organismes et des formules de coopération internationale, le présent chapitre est centré sur les principales expériences de coopération technique multilatérale, c'est-à-dire mettant en jeu au moins trois partenaires et tournant autour d'un objet technique. Ce dernier peut être un gros instrument indispensable à la pratique d'une recherche comme un accélérateur de particules et ses équipements annexes pour le CERN, organisation dont le développement est antérieur au projet Eurochemic. Cet objet technique peut être aussi un équipement de production, un pilote industriel comme pour Eurochemic, une usine d'enrichissement comme pour URENCO et EURODIF ou bien des réacteurs surgénérateurs destinés à produire de l'électricité comme NERSA ou ESK. Ce rétrécissement volontaire du champ de réflexion[1] ne signifie cependant pas que l'arrière-fond de l'évolution de la coopération internationale européenne soit oublié, en particulier pour ce qui concerne le noyau communautaire dans ses dimensions sectorielles, CECA, Euratom et CEE, ou pour ce que l'on peut savoir sur la coopération dans d'autres domaines techniques, comme l'aéronautique et l'espace[2].

La formule de la Société internationale par actions dépendant d'une Convention internationale n'a pas été reprise depuis 1957 et Eurochemic reste à ce jour la seule «entreprise commune» de ce type. Mais la coopération technique multilatérale autour d'un projet de développement ou de réalisation d'un objet technique nucléaire a connu d'autres formes depuis. Il faut se demander pourquoi celles-ci se sont développées, s'interroger sur les raisons de leurs différences et tenter de dégager une logique historique dans leur évolution.

L'approche morphologique tentée par les juristes permet de faire une première constatation.

Pierre Strohl proposa en mai 1981, en appendice de sa communication au Colloque de Nancy organisé par la Société française pour le Droit international sur «l'unité et la diversité de l'Europe dans les relations internationales»[3], un tableau synoptique classant, par degré d'intégration décroissante dans le droit public international, un choix de quinze entreprises de coopération technique internationale exerçant leur action dans le nucléaire, l'espace, les communications ainsi que les transports aériens et ferroviaires (le tableau réduit aux entreprises nucléaires est présenté à la Figure 177). La sélection des seules entreprises de coopération nucléaire figurant dans ce tableau, dont la construction a été motivée par une approche de typologie juridique, et leur classement chronologique entre 1953 et 1973, amènent à constater qu'il existe un lien entre la date de création des sept entreprises citées et leur degré d'intégration au droit international, sauf pour Halden et Dragon.

Plus précoce est leur création, plus forte semble leur intégration internationale. Eurochemic apparaît ainsi après le CERN comme l'institution la plus liée au droit international.

Cette constatation entraîne un certain nombre de questions qui permettent de mieux situer l'expérience Eurochemic. Pourquoi les années cinquante semblent-elles faciliter le développement de structures régionales présentant un fort degré d'intégration dans le domaine nucléaire? Pourquoi celle-ci diminue-t-elle dans les années soixante et au début des années soixante-dix ? L'expérience d'Eurochemic a-t-elle joué un rôle dans cette réduction ? Ce mouvement s'est-il poursuivi après 1973 ? Dans quelle mesure l'expérience acquise par Eurochemic a-t-elle été reprise dans les nouvelles formes de coopération, et dans quelle mesure peut-on en «tirer les leçons» pour l'avenir de la coopération internationale dans le domaine nucléaire ?

---

[1] Les coopérations bilatérales ne sont pas envisagées, même si, comme dans le doublon franco-belge SENA et SEMO, responsables respectivement des centrales de Chooz A et Tihange, on a affaire à des entreprises communes de l'Euratom. Les coopérations multilatérales autour de réacteurs, comme JEEP à Kjeller, Halden ou Dragon, deux autres entreprises communes de l'AEEN, ont été aussi laissées de côté en raison de leur petit poids financier.

[2] Cf. KOENIG C., THIETART R.A. (1988), KRIGE J. (1993a et b), CHADEAU E. dir. (1994).

[3] STROHL P. (1981), Appendice 2, et §65 pour l'exposition de la logique de classement.

Figure 177. Organisations internationales de coopération scientifique et technique dans le domaine nucléaire.

| Date de création | Nom de l'entreprise | Objet | Nature des Membres | Statut légal | Texte constitutif | Législation s'appliquant | Mode de financement | Contrôle gouvernemental | Privilèges et juridiction compétente pour le règlement des différends |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1953 | CERN | Recherche fondamentale | Gouvernements | Organisation intergouvernementale Conseil | Traité | Traité et droit international | Contributions gouvernementales | Membres du Conseil | Privilèges et immunités habituelles d'une organisation internationale, Cour internationale de Justice |
| 1959 | EUROCHEMIC | Construction et exploitation d'une usine de retraitement ; R&D associés | Actionnaires gouvernements ; organismes publics et mixtes, sociétés privées | Société internationale par actions. Assemblée générale et Conseil d'administration | Convention internationale et Statut annexé à la Convention | Convention, Statut, et législation belge à titre subsidiaire | Capital de la Société, contributions gouvernementales, emprunts et revenus propres | Groupe spécial des représentants des gouvernements (AEN/OCDE) | Immunités et privilèges, Exemptions de taxes et droits de douane, Arbitrage amiable par le Groupe spécial, Tribunal européen de l'énergie nucléaire |
| 1967 | Institut Max von Laue Paul Langevin | Construction et exploitation d'un réacteur à haut flux ; R&D associés | Institutions publiques de recherche, société mixte | "Société civile" non commerciale de droit français Comité de Direction, Conseil scientifique | Traité, accorde d'association privé, enregistrement en France | Statut et droit français | Contributions gouvernementales, site offert par l'organisation hôte | Associés désignés par le gouvernement, approbation de la nomination des membres du Comité de Direction et des modifications aux statuts | Facilités pour l'engagement de personnel, négotiations et arbitrages entre les gouvernements |
| 1970 | URENCO/ CENTEC | Exploitation industrielle du procédé d'enrichissement par centrifugation gazeuse ; R&D associés | Avec soutien gouvernemental agences gouvernementales et compagnies commerciales désignées par leurs gouvernements comme actionnaires de l'entreprise industrielle commune | URENCO Ltd., société de droit anglais (société de holding et de services de commercialisation) CENTEC GmbH, société de droit allemand (éxecution du programme de R&D. Sociéte de production URENCO UK (de droit anglais). URENCO Nederland (de droit néerlandais). | A partir du Traité d'Almelo, constitution de société suivant le droit national du pays d'implantation | Dispositions générales du traité, lois nationales | Capital de la Société, recettes d'enrichissement, contributions gouvernementales | Comité mixte de représentants des gouvernements exerce un contrôle général | Pas de privilèges, Procédure d'arbitrage |
| 1973 | EURODIF SA | Construction et exploitation d'une usine d'enrichissement par diffusion gazeuse ; R&D associés | Organisations publiques ou mixtes, sociétés privées (détenues totalement ou partiellement par des gouvernements) | Société par actions de droit français. Assemblée des actionnaires. Conseil de surveillance. Conseil d'administration | Procédure normale de constitution d'une société française, articles d'association | Loi française, articles d'association (jusqu'en 1980, depuis Convention intergouvernementale du 20 mars 1980) | Capital de la Société, recettes d'enrichissement | Pas de disposition spéciale | Dans le traité de 1980 : dérogations concernant les taxes et le régime fiscal. Arbitrage suivant les règles de la chambre de commerce internationale |
| 1958 et 1959 | DRAGON et HALDEN (sous l'égide de l'AE(E)N/ O(E)CDE) | R&D portant sur des réacteurs expérimentaux | Gouvernements, organisations publiques, sociétés privées, commission des Communautés européennes | Pas de personnalité légale propre. Organisme national agissant au nom des participants. Conseil de gestion représentant les participants | Accord en forme privée | Législation du pays hôte (Royaume-Uni et Norvège) | Contribution des participants | Pas de dispositions spéciales, Rapports réguliers à l'AE(E)N | Pas de disposition spéciale |

*Etabli à partir de STROHL P. (1981), annexe II.*

Une double interrogation sur le problème du succès ou de l'échec d'Eurochemic[4] peut permettre d'avancer une première hypothèse. La réussite du projet qui se manifeste par la signature de la Convention, par la ratification des Statuts permettant la création de la Société et par la mise en route effective d'une usine de retraitement est à mettre en relation avec le contexte général du développement de la coopération internationale dans les années cinquante.

La faillite de la coopération internationale dans le retraitement qui est sanctionnée par la décision d'arrêt du retraitement à Eurochemic est au moins partiellement liée aux mutations de ces conditions, qui se manifestent dans les institutions existantes et à travers les nouvelles formes d'organisation créées au début des années soixante-dix.

Il n'est cependant pas exclu que la formule offerte par Eurochemic ne puisse pas inspirer la réflexion sur la coopération aujourd'hui nécessaire, dans certains domaines de l'activité nucléaire comme dans d'autres secteurs.

**Les causes du succès du projet**

Le succès du projet, c'est-à-dire le fait que celui-ci a abouti à la signature et à la ratification de la Convention ainsi qu'à la constitution de la Société, est lié à la conjonction de facteurs favorables.

Eurochemic apparaît comme le produit de l'âge d'or de la coopération européenne qu'ont constitué les années cinquante. La coopération dans le retraitement a été rendue possible par l'association de conditions diplomatiques et économiques particulières, et l'aboutissement du projet a été facilité par le cadre institutionnel de son développement ainsi que par la relative simplicité des processus de décision de l'époque.

***Eurochemic a bénéficié du contexte international favorable à une forte coopération intégrée***

Alan S. Milward[5] et d'autres historiens de l'intégration économique de l'Europe comme Werner Bührer[6], qui ont tenté de réfléchir sur la nature de la coopération économique européenne à la fin des années quarante et au début des années cinquante, ont souligné qu'il n'y avait pas de contradiction à l'époque entre un fort degré d'intégration, s'exprimant par exemple dans le traité de la CECA par les pouvoirs supranationaux de la Haute-Autorité, et le désir d'affirmation de la puissance nationale. Pour le gouvernement de la RFA par exemple, la CECA permettait d'échapper à l'humiliation qu'aurait représentée la seule internationalisation de la Ruhr et, pour les sidérurgistes allemands, elle leur donnait une clé pour reconstruire des marchés internationaux. L'intégration dans l'OECE a facilité l'accélération de la reconstruction économique des pays européens. Alan Milward a suivi les effets de l'intégration dans la CEE pour les «petits pays» du Bénélux et souligné qu'à ses yeux cette politique avait même sauvé ces Etats, considérablement affaiblis par les conséquences de la seconde guerre mondiale.

En d'autres termes, si la fragilité des Etats avait puissamment aidé au mouvement d'intégration, celui-ci ne s'était pas fait contre les nations européennes, mais à leur service. Ce ne seraient pas les «idéaux européens» qui auraient constitué le moteur de la construction européenne, mais la nécessité de coopérer pour renforcer une puissance nationale considérablement affaiblie après 1945.

L'invocation de la relative faiblesse des nations européennes comme facteur explicatif de la multiplication constatée des organismes européens de coopération dans les années cinquante s'applique particulièrement bien au domaine nucléaire[7].

Cette faiblesse était d'abord économique et financière, lorsqu'on considère le coût des grands équipements, à commencer par ceux du CERN. Le problème financier a été le moteur des offres de coopération françaises en matière d'enrichissement. Cette fragilité ne concernait d'ailleurs pas seulement les acteurs publics, elle était partagée par une partie des entreprises.

Elle était aussi scientifique et technique, en raison de l'arrêt des recherches pendant la guerre, du moins en Europe continentale, et de l'intensité des efforts nécessaires pour les développer pendant la période de

---

4 Comme le fait remarquer Hans-Joachim Braun à propos des critères d'évaluation des échecs technologiques, "...it is impossible to talk about 'success' or 'failure' in objective terms, and [...] the question 'success or failure for whom?' has always to be asked", BRAUN H.J. (1992), p. 216. On peut y ajouter aussi la question du moment de l'appréciation de l'échec ou du succès.

5 Cf. MILWARD A.S. (1984) et les conférences données à l'EHESS en 1990-1991.

6 Notamment BÜHRER W. (1986).

7 NAU H.R. (1975) oppose la fertilité des années 1955-1958 à la stérilité des années 1968-1973 en ce qui concerne les créations d'organismes de R&D nucléaire. "In the first period, major actors [...] possessed unequal resources, and responded to the situation by the creation of new organizations", p. 617.

reconstruction, en particulier du fait de la rétention des informations jusqu'à mise en place de la politique Atoms for Peace. Comme dans le domaine économique, la création des organismes de coopération nucléaire a bénéficié de soutiens transatlantiques, avec un décalage chronologique lié au rythme d'évolution de la conjoncture internationale générale. L'aide américaine qui contribua au comblement du «fossé technique» prit dans le cas du retraitement le même canal institutionnel que l'aide Marshall.

La faiblesse était enfin institutionnelle et juridique. Les organismes internationaux permettaient de combler le vide[8]. Il est très frappant de constater qu'en dehors de la France – mais la force du CEA, parfois qualifié «d'Etat dans l'Etat», n'était-elle pas due à l'insuffisance des structures étatiques lorsque fut prise l'ordonnance d'octobre 1945 ? – le développement des institutions nationales sur le continent européen accompagne, voire suit la mise en place de ces organismes.

Mais deux caractéristiques furent aussi indispensables à la réussite du projet.

*Une coopération «purement civile» et loin du marché*

La démilitarisation du retraitement qui fut officialisée lors de la première conférence de Genève en août 1955 rendit possible la coopération entre pays européens d'une part, entre les pays européens et les Etats-Unis d'autre part. Cette condition n'est pas spécifique au retraitement mais joue pleinement pour Eurochemic.

Ce n'est pas un hasard si la première grande institution nucléaire internationale, le CERN, dont les bases furent jetées en pleine guerre froide, est centrée sur des recherches fondamentales en physique de la matière, un domaine situé très en amont des applications militaires.

En ce qui concerne Euratom le soutien américain était subordonné à la renonciation aux applications militaires. Le «torpillage» du projet d'usine d'enrichissement[9], un projet auquel tenait essentiellement la France, est l'une des expressions de la stratégie américaine de démilitarisation accompagnant la politique d'ouverture Atoms for Peace. Dès qu'elle eut abandonné le projet, Euratom bénéficia du soutien sans failles des Etats-Unis[10].

Dans le domaine spatial également la coopération européenne fut rendue possible par la démilitarisation[11]. On coopéra au début des années soixante sur des objectifs civils comme des lanceurs de satellites de télécommunications à l'ELDO et à l'ESRO.

Quant au retraitement, l'ambiguïté de l'activité constitua aussi un facteur de succès. S'il n'est pas trop difficile de démilitariser une technique, il l'est moins encore d'envisager de la remilitariser le cas échéant. Dans cette hypothèse l'intérêt de l'acquisition de la maîtrise de cette technologie dans le cadre de la coopération européenne civile était encore accru.

L'éloignement du marché constitua également un élément important pour la réussite de l'entreprise. C'est lui qui, combiné avec le précédent, permet de comprendre pourquoi des deux projets qui portaient avec eux des dangers de prolifération tout à fait comparables, l'enrichissement et le retraitement, c'est ce dernier qui vit le jour. Le fait que le retraitement ait été considéré comme le segment du cycle du combustible pour lequel les perspectives de rentabilité apparaissaient éloignées, plus éloignées que dans l'enrichissement en tout cas,.a joué en faveur de la coopération, et même de l'association avec des entreprises européennes[12]. Il contribue probablement aussi à expliquer pourquoi la participation des entreprises privées a été légère et la plupart du temps limitée, hormis pour les architectes industriels, à l'achat de quelques actions.

---

8 C'était d'ailleurs cette stratégie qui avait été suivie par Jean Monnet lorqu'il décida que l'énergie nucléaire serait le champion sectoriel de la «relance européenne».

9 Cf. 1er Partie, chap. 3.

10 NAU H.R. (1975) p. 623 résume fort bien la situation en citant une source secondaire, NIEBURG H.L. (1964), *Nuclear Secrecy and Foreign Policy*, Washington, p. 143: "At the same time [as the Atoms for Peace Plan], US officials hoped to preempt proliferation of strategic uses of atomic energy which might disrupt Western unity. Thus, in offering cooperation in nuclear research, the United States supported a proposal of the Monnet Action Committee to renounce military uses of atomic energy in Europe. When it became apparent that France would not accept this proposal, the United States, with British support, «moved to find a basis for transforming Euratom into a harmless regional effort to develop nuclear power reactors".

11 La démilitarisation d'une technique est, particulièrement dans ce cas, une opération politique et non technique. Il subsiste toujours une ambiguïté, qui peut d'ailleurs expliquer le succès de la mise en place de ces coopérations.

12 Au risque de l'anachronisme, on en était au «stade précompétitif» du développement, où les coopérations entre entreprises concurrentes sont plus faciles à établir.

Mais l'objectif affiché était la naissance d'une véritable industrie européenne du retraitement et la place d'Eurochemic comme «entreprise commune de l'AEEN/OECE» joua aussi un rôle important dans le succès du projet, en facilitant notamment le processus de décision.

***L'OECE, «pépinière d'entreprises de coopération» – Eurochemic, une entreprise «couvée» par une organisation internationale, devant assurer le passage d'une «logique d'arsenal» à une «logique de marché»***

Les «entreprises communes» de l'OECE devaient constituer ce qu'on appellerait aujourd'hui des «pépinières d'entreprises» permettant l'essor de techniques nouvelles en Europe par une coopération à la carte.

La stratégie implicite de l'OECE à l'œuvre à Eurochemic, sa première entreprise commune,.n'est pas sans quelque analogie avec la «dynamique» qui caractérise le «cycle de vie des grands projets» analysée par Elie Cohen à propos du développement de l'industrie téléphonique en France et plus précisément du central temporel. Elle s'appuie sur la notion d'«industrie d'arsenal» énoncée par Jean-Jacques Salomon[13]. Elle présente aussi certains des traits du «grand programme civil» national dont Dominique Finon voit l'archétype dans le développement des surgénérateurs aux Etats-Unis et en France[14].

Pour Jean-Jacques Salomon, une industrie d'arsenal se définit dans son fonctionnement par l'absence de sanction par le marché et de préoccupations de coût, qui résulte des liens entretenus avec la puissance publique – le modèle de départ étant celui des industries militaires, mais ayant connu rapidement des applications civiles. Elie Cohen propose de dégager à partir de ce modèle une logique de fonctionnement qu'il appelle une logique d'arsenal qui se marque par la mobilisation de «toutes les ressources financières, techniques, politiques, réglementaires», «au service de la réalisation d'un chantier technoindustriel», «sans préoccupation de rentabilité, de satisfaction des attentes des consommateurs, d'effets retards sur des industriels d'une monospécialisation»[15]. Lorsque l'objet est au point, deux scénarios sont possibles. Ou bien c'est le passage à une logique équipementière, sanctionnée par la naissance d'un marché et pouvant, le cas échéant, mener vers le succès, c'est-à-dire le passage à une logique de marché - il y a d'autres scénarios possibles, cf. le schéma infra. Ou bien c'est la transformation de l'objet technique en «éléphant blanc», «soit parce que l'objet réalisé est une prouesse technique sans marché vraisemblable, soit parce que le coût industriel est incompatible avec les coûts du marché».

On peut synthétiser les scénarios d'Elie Cohen de la façon montrée en Figure 178.

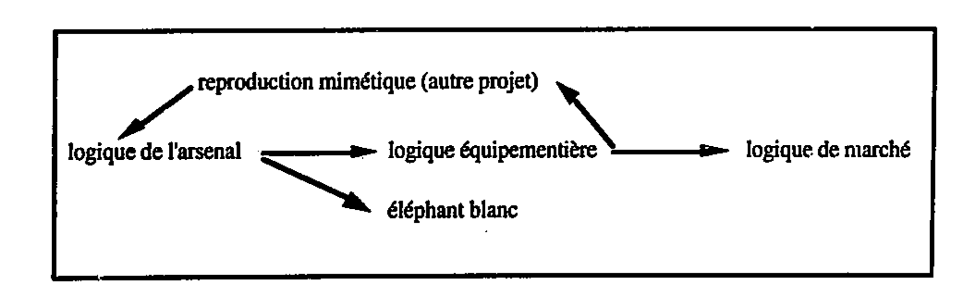



**Figure 178.** Les scénarios de cycle de vie du grand projet, d'après Elie Cohen, pp. 176-180

Le projet Eurochemic se distingue cependant du «grand projet» par la nature internationale de l'acteur public, qui le met dans une relation assez différente par rapport aux acteurs industriels comme par rapport aux agences nucléaires nationales, du fait de l'interposition de la dimension de coopération internationale, et du fait d'une autre approche de la notion de coût.

La première particularité d'Eurochemic est que le projet est mené par une organisation internationale et non par un Etat, même si on y retrouve le caractère hybride des «grands programmes» nationaux, associant industrie et bureaucratie. La culture d'organisation de l'OECE a profondément façonné la procédure de création et les structures de la Société, avec son Groupe spécial, ses sous-groupes restreints travaillant sur des problèmes

---

13 Voir COHEN E. (1992), p. 90 pour la définition de «la logique de d'arsenal», et p. 176-180, pour les différents scénarios d'enchaînement des logiques, et SALOMON J.-J. (1986)..

14 FINON D. (1989), p. 9-10.

15 COHEN E. (1992), p. 177.

particuliers, la procédure d'information des membres. La mutation consécutive à la crise financière de 1963-1964 a encore accentué ces caractères.

Mais au départ le projet contenait en lui l'espoir de déboucher sur une logique de marché. Les textes fondateurs permettaient de transmettre avec un minimum de contraintes les actions à des entreprises privées. Ce souci s'exprimait également par la limitation des privilèges de l'entreprise afin de ne pas altérer les conditions futures de la concurrence. A l'époque de sa formulation, peu de personnes doutaient que le passage au marché permettant le retrait des institutions publiques se ferait rapidement, et le projet fut largement ouvert aux entreprises privées. Mais le rythme réel de développement de l'énergie nucléaire et la nature même de la coopération proposée rendirent rapidement illusoire ce but.

La Société ne fut pas indifférente au problème du coût et les archives sont remplies de projets, contre-projets, évaluations et scénarios, recherches d'économies, etc., qui ne sont pas pure rhétorique. Là encore la dimension internationale joue un rôle crucial. Elle permet la mise en commun des efforts, la mobilisation de sommes non négligeables. Mais les circuits financiers sont plus longs – car ils passent par les Etats, et ils sont davantage soumis au contrôle de ces derniers, ce qui les rend relativement plus transparents que ceux qui peuvent unir un Etat, son agence nucléaire nationale et ses acteurs industriels, surtout lorsque s'entremêlent les dimensions civiles et militaires. Les problèmes financiers connus dès la phase initiale de réalisation du projet provenaient essentiellement d'une sous-estimation de départ combinée avec l'impossibilité politique d'arrêter le projet en cours de réalisation plus que d'une indifférence aux coûts.

Cette sous-évaluation était elle-même liée à deux facteurs convergents. C'était d'abord le flou des critères d'appréciation des coûts pour une industrie inexistante en Europe continentale ou étroitement liée au monde militaire, comme au Royaume-Uni ou aux Etats-Unis. C'était ensuite la volonté, commune aux experts et aux hauts-fonctionnaires, de voir l'entreprise aboutir, qui conduisit lors de la phase cruciale de l'acceptation politique à élaborer un projet en partant de la somme acceptable et non de la somme techniquement nécessaire[16].

Le dernier facteur concourant à la réussite fut indéniablement la relative simplicité du processus de décision alors en vigueur en matière nucléaire, largement liée au vide institutionnel et juridique national et à l'absence de participation démocratique au processus de décision dans les domaines scientifique et technique.

Pour simplifier, l'OECE élabora le cadre général de la coopération, les experts, issus des milieux scientifiques ou industriels, construisirent des propositions, la bureaucratie internationale fabriqua un projet sur mesure, la bureaucratie nationale fit les arbitrages politiques nécessaires, en matière de site et de répartition du capital, et ouvrit les lignes de crédit. L'entreprise était alors lancée, et plus rien ne devait l'arrêter jusqu'à sa réalisation. Les difficultés financières rapidement apparues furent de peu de poids face à la nécessité politique de continuer la coopération, cette fois «coûte que coûte», dans la mesure où il fallait impérativement régler le problème des déchets.

Il n'y a donc pas indifférence de départ face aux coûts comme dans la «logique de l'arsenal», mais enfermement dans une logique de coopération internationale[17] qu'il fallut suivre jusqu'à la réalisation des objectifs. Le rôle contractuel de la Convention et des Statuts, qui fixaient l'objet de la coopération et sa durée minimale, est à cet égard essentiel. Le poids de la dimension juridique, pour des Etats de droit qui se veulent intégrés dans une communauté internationale, apparaît ici comme l'un des éléments majeurs de la dynamique du projet.

Cette forte contrainte, liée au caractère très ambitieux du projet, peut contribuer à expliquer le caractère unique de l'expérience Eurochemic. Autant que les difficultés internes, la mutation de la nature de la coopération internationale dans les années soixante allait en effet rendre impossible sa réplication.

**Les changements des conditions de la coopération européenne depuis les années soixante ainsi que les limites et les imperfections institutionnelles du projet apparues au cours de son histoire expliquent largement l'échec de la coopération européenne dans le retraitement**

Les conditions du succès du projet – succès manifesté par la mise en route de l'usine – furent toutefois largement responsables de l'échec de l'entreprise, sanctionné par la décision d'arrêter l'activité de retraitement.

---

[16] Cette démarche fut fondamentale dans la réécriture des différents projets de l'usine et créa des frictions à l'intérieur du cercle des experts. Ainsi le quatrième avant-projet résultait-il d'une réécriture de la dernière version du troisième, amputée notamment de la partie consacrée à la gestion des déchets, dont le financement était donc implicitement renvoyé à plus tard. Ainsi le projet était-il économiquement «présentable».

[17] L'arrêt de la coopération internationale aurait aussi posé un problème d'image. On se rappelle que l'abandon envisagé au tournant de 1963 avait été repoussé car il aurait constitué «un scandale international.»

Mais les causes de l'échec sont aussi externes. Elles sont, pour emprunter une métaphore à la biologie, à la fois liées au «programme génétique» de l'entreprise et à l'effet des transformations du milieu.

Dans un premier temps il faut évoquer la mutation de la coopération européenne dans les années soixante à travers les conditions générales de la coopération dans Euratom et, par l'analyse d'exemples précis pris en amont, au centre et en aval du cycle du combustible.

Dans un second temps il faut tenter de comprendre pourquoi l'entreprise n'a pas été capable de résister aux modifications de son environnement.

***La coopération européenne dans les années soixante – Le grand sommeil institutionnel et la mutation des conditions générales***

Les années quarante et cinquante ont vu se multiplier les institutions de coopération. Les années soixante sont moins fertiles. Il y a d'abord une raison triviale à cela: ce qui est fait n'est plus à faire. Mais l'application aux organisations internationales de la loi économique de transformation d'un marché d'équipement en marché de renouvellement ne rend pas compte de l'évolution des organisations déjà existantes. La crise d'Euratom est très révélatrice du nouveau climat qui caractérise la coopération internationale européenne, qui se marque par la prédominance de la conception de «l'Europe des patries» sur celle de «l'Europe fédérale» dans le fonctionnement de la Communauté européenne à partir du compromis de Luxembourg de janvier 1966, qui mit fin à la crise ouverte par la «politique de la chaise vide».

Un épisode précoce est fourni dans la coopération nucléaire par l'affrontement de 1961 entre Etienne Hirsch, ancien collaborateur et ami de Jean Monnet qui avait succédé à Louis Armand comme Président de la Commission d'Euratom, et le Général de Gaulle, Président de la République française. Cet affrontement est rapporté par le premier dans ses mémoires[18].

Etienne Hirsch avait demandé au CEA d'appliquer les mesures prévues par le Traité et confirmées par l'accord Euratom-Etats-Unis en ce qui concerne le contrôle de sécurité. Il se heurtait à des refus. Il demanda donc une entrevue avec le Président français avant de recourir aux procédures juridiques prévues par le Traité. Celle-ci eut lieu le 17 mars 1961. La décision de ne pas renouveler le mandat du Président de la Commission fut prise par le général de Gaulle lors du Conseil des ministres suivant.

Lors de la conversation le Président de la République traduit bien la mutation qui s'est opérée :

«Charles de Gaulle : «Nous ne sommes plus à l'époque où M. Monnet commandait».

Etienne Hirsch : «Vous savez bien que M. Monnet n'a jamais disposé d'un pouvoir autre que celui de la persuasion».

Charles de Gaulle : «Je ne critique pas. C'était dans la nature des choses car, à l'époque, les Etats étaient faibles. La situation est changée. L'amélioration de la situation économique, puisqu'aujourd'hui c'est la source de la puissance, a fait que nous avons maintenant des Etats forts. Je souhaite une coopération entre les trois grands Etats».

Etienne Hirsch : (Signe de surprise).

Charles de Gaulle : «Vous n'allez pas me parler de la Belgique et des autres ? Je dis donc que je souhaite cette coopération dans le domaine culturel, dans les affaires militaires. Mais il s'agit de coopération entre gouvernements qui restent souverains pour décider librement des questions vitales».»

Le remplacement d'Etienne Hirsch par Pierre Châtenet, qui avait été ministre de l'intérieur de de Gaulle après une carrière dans la diplomatie auprès de l'ONU et de l'OTAN, marquait la fin de toute velléité d'indépendance du Président de la Commission et préparait la disparition de la structure. Comme le remarque la notice biographique que lui consacre la revue *Atomwirtschaft*[19], avec Pierre Châtenet, la Commission cesserait «d'être la force d'entraînement d'une politique européenne générale» pour «se concentrer sur des problèmes pratiques». Cette nomination préparait la fusion des exécutifs communautaires décidée en avril 1965 et réalisée en juillet 1967, qui eut pour effet de supprimer la Commission d'Euratom et la Haute Autorité de la CECA, absorbées en fait par la Commission du Marché Commun. C'en était fini de la spécificité de la dimension

---

[18] HIRSCH E. (1988), p. 171 pour la citation. Il s'agit de la transcription de notes prises par Etienne Hirsch à la sortie de son entrevue avec Charles de Gaulle. Etienne Hirsch en assure «l'exactitude de la signification, mais non celle du texte même» (p. 169).

[19] AtW (1962) p. 405.

nucléaire de la Communauté européenne[20]. Par un cruel retournement Euratom comme organisation autonome est morte en 1967 de la logique du "package deal" qui en avait permis la création dix années plus tôt[21].

A l'AEEN, cette même évolution eut pour effet de stopper jusqu'en octobre 1970 toute nouvelle tentative de création d'entreprise commune[22].

Le renforcement étatique se traduisit alors en Europe par la naissance ou le développement des structures nationales de R&D, parfois issues, comme en Allemagne, de celles mises en place pour saisir les opportunités offertes par la politique Atoms for Peace, et par le développement de coopérations à la carte pilotées par les institutions nationales sur des projets précis, comme le montre très bien H.R. Nau dans la seconde partie de l'article déjà évoqué plus haut, consacrée aux problème de coopération dans la R&D des années 1968-1973 [23].

L'accroissement de la puissance étatique accompagna l'essor économique. Celui-ci accéléra le mouvement d'autonomisation des entreprises privées, dans le même temps qu'il stimula leur mise en concurrence. Là encore cette évolution constitua un facteur défavorable à une coopération internationale, et plus encore dans le cas d'une entreprise chapeautée par une organisation internationale comme le fut Eurochemic.

***De nouvelles formes de coopération technique à but industriel dans les années soixante-dix***

Les nouvelles formes de coopération qui se développèrent au début des années soixante-dix furent très différentes de celle qui fut à l'œuvre à Eurochemic. On peut en prendre trois exemples en suivant les étapes du cycle du combustible: l'enrichissement avec URENCO au début des années soixante-dix, le développement des centrales de puissances surgénératrices avec NERSA-ESK en 1974, l'industrie du retraitement avec les conditions de financement de l'usine UP3 de La Hague définies en 1978.

*Une entreprise industrielle commune des années soixante-dix, Uranium Enrichment Corporation (URENCO)* [24] *– Une coopération trilatérale «sur mesure»*

Une des raisons de l'échec des négociations sur l'usine commune de séparation isotopique engagées dans le cadre de la préparation du Traité de Rome avait été, outre les pressions américaines, le désaccord entre la France et l'Allemagne fédérale sur le procédé technique à employer.

La première était favorable à la diffusion gazeuse, une technique utilisée à l'époque dans les usines américaines, caractérisée par la grandeur de ses unités, la lourdeur de ses investissements et de ses coûts de fonctionnement, notamment énergétiques, la seconde préférant des procédés comme la séparation par tuyère[25] permettant la construction d'établissements plus légers.

Alors que la France édifiait seule son usine de séparation par diffusion gazeuse à Pierrelatte[26], les études se poursuivirent dans les années soixante sur d'autres procédés moins gourmands en énergie et permettant la réalisation d'unités de petite taille, comme l'ultracentrifugation[27]. Des recherches nationales furent menées de manière indépendante dans ce domaine en Allemagne, au Royaume-Uni et aux Pays-Bas.

A partir de l'automne 1968 s'ouvrirent des négociations entre les trois pays pour coordonner ces efforts. Il fallut dix-huit mois pour aboutir à la signature du Traité d'Almelo le 4 mars 1970. La longueur des pourparlers s'explique par des difficultés juridiques particulières mais aussi par la nécessité de construire un projet «sur

---

20 A l'origine cette fusion avait été souhaitée par les «fédéralistes» pour renforcer le pouvoir de l'exécutif communautaire.

21 Sur la notion de "package deal", cf. SCHEINMAN L. (1967).

22 Le 14 octobre 1970 fut créée la quatrième entreprise commune de l'AEEN, en liaison avec l'AIEA et la FAO, le «Projet international en matière d'irradiation de denrées alimentaires». Ce petit projet développé dans les locaux du centre nucléaire de Karlsruhe fut déclaré achevé en décembre 1981. Aucune nouvelle entreprise commune n'a vu le jour depuis à l'AEN.

23 NAU H.R. (1975), pp. 630-645. Le développement de politiques publiques de R&D contribua à terme à banaliser la place du nucléaire. Pour l'Allemagne la diversification du périmètre d'activités du ministère de l'atome créé en 1955 est remarquable. S'y adjoignent à la fin des années cinquante les eaux, puis l'espace en 1962 et l'informatique en 1967. NAU H.R. (1975), p. 634.

24 Cette partie est fondée sur SCHMIDT-KÜSTER W.J. (1970), ASYEE J. (1985), PIROTTE O., GIRERD P., MARSAL P., MORSON S. (1988), pp. 193-195.

25 Cf. supra 1re Partie, chap. 3.

26 Cf. DAVIET J.-P. (1993), pp. 181-207.

27 Des centrifugeuses de petite taille tournant à très grande vitesse, les bols, remplis d'hexafluorure d'uranium, concentrent en leur milieu les isotopes plus légers d'U 235, alors que les isotopes les plus lourds d'U 238 sont poussés vers les bords par la force centrifuge..

mesure» et de trouver ainsi un compromis permettant de satisfaire les aspirations différentes des trois partenaires. Ratifié par les trois Parlements nationaux, le Traité d'Almelo entrait en vigueur le 19 juillet 1971.

L'article 2 §2 du Traité précisait que les parties contractantes avaient comme but de «favoriser la constitution et le fonctionnement d'entreprises industrielles communes chargées de construire des installations d'enrichissement de l'uranium [...] et de les exploiter ainsi que d'assurer l'exploitation de ce procédé sur une base commerciale»[28].

Il y a à première vue un parallélisme certain entre les dispositifs juridiques des deux projets URENCO et Eurochemic, puisqu'il s'agit de textes internationaux permettant la création et le développement d'entreprises communes à vocation industrielle et commerciale.

Mais l'organisation de la coopération ainsi établie traduit la recherche d'un équilibre entre les aspirations des différents partenaires et, s'il y a mise en commun, il n'y a pas mise en communauté. Les degrés de coopération dans URENCO varient en fonction de la distance au marché.

Le dispositif est complexe (Figure 179) et comporte une structure commune de R&D, CENTEC, située en Allemagne, une société de commercialisation (et plus tard de coordination), URENCO Limited, installée en Grande-Bretagne, ainsi que deux usines prévues au Royaume-Uni et aux Pays-Bas -une troisième en Allemagne étant envisagée pour plus tard[29]. Chaque société est soumise exclusivement au droit national du pays d'installation et ne jouit d'aucun avantage fiscal ou privilège d'aucune sorte. La gestion se fait également sur une base nationale, de même que le recours aux marchés financiers. Les décisions nécessitent l'accord unanime des gouvernements pour les questions «politiques», comme la sécurité et les garanties, et les autres problèmes sont discutés dans un Comité commun[30] dont la présidence et le secrétariat sont tournants, «évitant ainsi la nécessité d'établir une administration bureaucratique distincte»[31], c'est-à-dire toute structure pouvant ressembler à une organisation internationale.

Les dispositions sur les marchés des ultracentrifugeuses renforcent le principe de stricte égalité des contrats entre les partenaires, suivant une logique de juste retour par rapport aux participations industrielles dont les structures reflètent parfaitement les degrés d'acceptation ou d'utilisation différents de la coopération.

Il y a mise en commun de la R&D pour éviter les réplications de recherche et de la commercialisation dans une logique de cartel[32].

Les unités locales de production mettent en évidence une importante différence entre URENCO Capenhurst, où BNFL est largement majoritaire par l'addition de sa participation directe et indirecte dans URENCO Limited, et URENCO Almelo. Dans cette dernière il y a égalité entre les parts néerlandaises et allemandes. L'acceptation par le gouvernement des Pays-Bas de rester minoritaire permettait de compenser l'absence de site de production allemand tout en traduisant le maintien dans les «petits pays» d'une volonté de coopération plus poussée que dans les «grands» ainsi que l'importance des liens économiques entre les deux pays rhénans[33].

URENCO rend donc bien compte de l'évolution des conceptions en matière de coopération durant les années soixante, la recherche d'un équilibre tenant compte de l'inégalité des partenaires dans la construction d'une structure de coopération «sur mesure», entièrement pilotée par les autorités ou les entreprises nationales. Une telle conception se situe aux antipodes de l'optimisme coopératif égalitaire d'Eurochemic.

---

[28] Cité par PIROTTE O. et al. (1988), p. 193.

[29] Il s'agit de l'usine de Gronau.

[30] "Gemeinsamer Ausschuß".

[31] ASYEE J. (1985), p. 39.

[32] Une logique parfaitement identique présida à la constitution presque au même moment d'UNIREP.

Le hiatus entre les niveaux de coopération dans la R&D et la sphère productive se retrouve dans le domaine spatial. L'Agence spatiale européenne (ESA) mise en place en 1975 est une véritable organisation internationale – elle vient juste après le CERN dans la classification de Pierre Strohl par degré décroissant d'intégration – mais voit son objet strictement limité à la R&D. Elle «s'arrête avec la démonstration en orbite du produit qu'elle a développé», in STROHL P. ed. (1985), p. 111, intervention de G. Lafferranderie, Conseiller juridique de l'ESA. Les aspects productifs et commerciaux sont quant à eux dominés par des structures soumises au droit national, telle ARIANESPACE, créée le 26 mars 1980 comme société anonyme de droit français, et où les intérêts français étaient en 1985 majoritaires avec 59% des actions, son PDG étant à l'époque le Directeur général du CNES.

[33] Le jeu de vieux clivages culturels européens frappe lorsqu'on considère le développement vite concurrent des deux projets de coopération en matière d'enrichissement dans les années soixante-dix, opposant après 1973 la «troïka germanique» coopérant dans URENCO aux «pays latins» constituant le noyau dur de la coopération dans EURODIF.

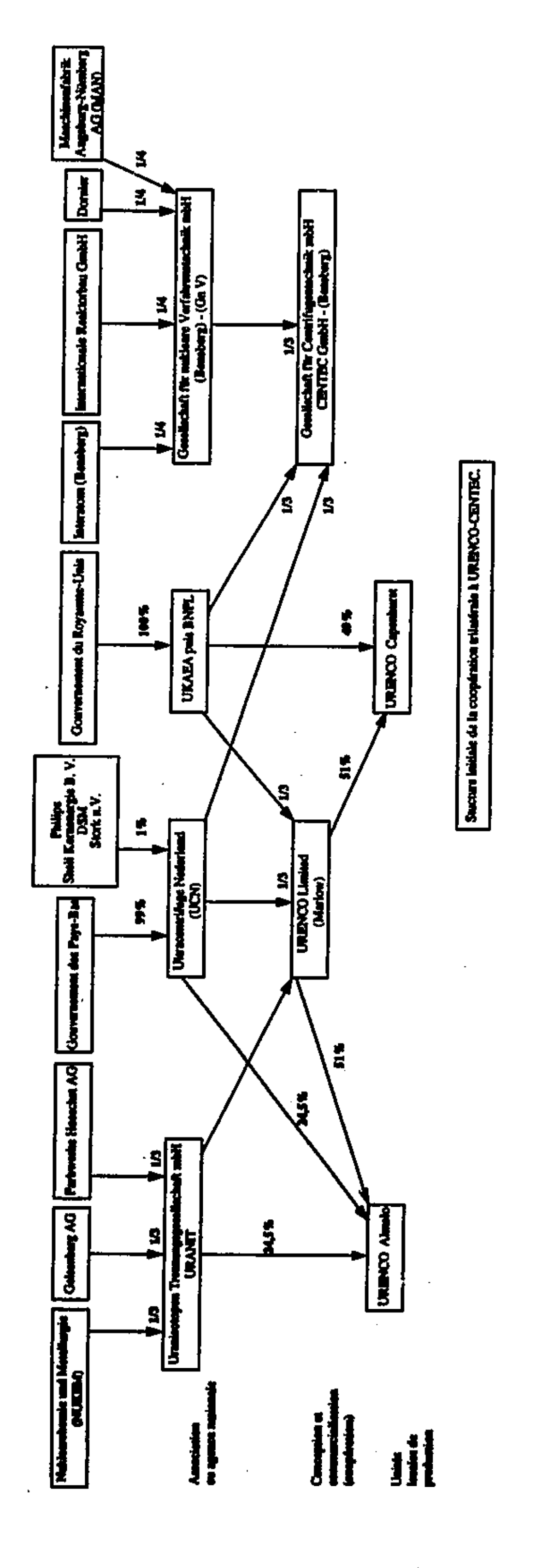



Figure 179. Structure de la coopération trilatérale dans l'enrichissement par ultracentrifugation entre 1970 et 1974.

*La coopération européenne des électriciens dans les réacteurs surgénérateurs de puissance* [34] *– Prédominance nationale et juste retour à la NERSA*

Le développement des réacteurs surgénérateurs expérimentaux se fit en Europe dans un cadre essentiellement national et isolationniste[35]. Mais l'ampleur des moyens techniques, scientifiques et financiers à mettre en œuvre pour le passage du pilote au réacteur commercial stimula la coopération européenne entre les producteurs d'électricité amenés à en supporter le coût et désireux, EdF en tête, de ne pas le faire seuls[36].

A partir de 1969 des discussions s'engagèrent au sein de l'Union des Producteurs européens d'électricité (UNIPEDE) entre EdF, RWE et l'ENEL.[37] Le 16 juillet 1971 les trois «électriciens» français, allemand et italien rendaient publique une déclaration dans laquelle ils exprimaient leur volonté de construire un commun un réacteur surgénérateur d'une puissance de 1200 MWe. Le projet trouva une nouvelle expression par la signature d'une convention le 23 décembre 1972 prévoyant la réalisation successive de deux centrales prototypes, l'une en France, dans la continuité de Phénix, l'autre en Allemagne, dans le prolongement du SNR 300 de Kalkar. Le principe du juste retour pour les contrats était explicite et la coopération était distribuée entre deux organismes parallèles, la Société centrale nucléaire européenne à neutrons rapides SA (NERSA), et l'Europaïsche Schnellbrüter Kernkraftwerkgesellschaft (ESK) (Figure 180).

La structure des participations originelles est très éclairante sur la logique de coopération à l'œuvre.

En France[38] la NERSA fut constituée comme société de droit français ayant son siège social à Paris le 8 juillet 1974, après qu'une modification de la loi française eut permis une brèche limitée dans le monopole national de la production électrique et qu'un décret eut prévu de placer l'entreprise sous le contrôle économique et financier de l'Etat[39].

Le caractère essentiellement national de l'entreprise est encore accentué par ses structures : un Conseil de surveillance de 16 membres dont 6 proviennent de l'EdF, la Présidence étant assurée par EdF ; un Directoire de trois membres dont le Président est français ; une structure opérationnelle propre légère, composée d'une Direction chapeautant trois services et s'appuyant sur la Direction de l'équipement de l'EdF, qui s'ouvrait pour l'occasion aux ingénieurs étrangers.

Pour la R&D et la diffusion commerciale des connaissances d'autres structures, complexes[40], assurent également la prééminence française, traduction institutionnelle de son avance technologique dans ce secteur.

En matière de retraitement civil également la prédominance française en Europe a permis de faire financer une nouvelle usine à La Hague par des capitaux étrangers. La coopération s'établit sur la base d'une stricte séparation entre la dimension technique et commerciale. Là encore il s'agit d'une logique radicalement opposée à celle qui prévalait à Eurochemic.

---

[34] Cette partie se fonde sur FINON D. (1989), SAITCEVSKY B. (1979), PIROTTE O., GIRERD P., MARSAL P., MORSON S. (1988), pp. 162-178.

[35] Pour la France de 1956 à 1970, voir FINON D. (1989), pp. 145-168. Le lancement du programme RAPSODIE a lieu en 1961, la divergence du réacteur expérimental se fait en 1967. Le programme de petit pilote PHENIX est lancé en 1965, la divergence se réalise en 1973. Pour Dominique Finon le programme surgénérateur français est l'application parfaite du grand projet technologique accouchant d'un éléphant blanc. La partie consacrée par Dominique Finon à Superphénix est centrée sur les aspects nationaux et sur les relations entre le CEA, EdF et l'Etat français. L'approche par acteurs entraîne un éclatement du traitement des aspects de coopération internationale entre le CEA,.pp.188-190, et EdF, pp. 194.

[36] Sur la stratégie de dilution des coûts par EdF, cf. FINON D. (1989), p. 195. La mise sur pied de la coopération permit au projet Superphénix de bénéficier de prêts Euratom, cf. PIROTTE O., GIRERD P., MARSAL P., MORSON S. (1988), p. 276 pour la période 1981-1985.

[37] D'après Dominique Finon, le CEA se serait fermement opposé à une éventuelle participation britannique, FINON D. (1989), p. 194, en proposant un «ticket d'entrée» très élevé.

[38] RWE créa dès 1975 un consortium international, SBK, où il possédait 68,85%, le reste des parts étant distribué entre la société belge SYNATOM (14,75%), la néerlandaise SEP (14,75%) et la britannique CEGB (1,65%, un droit d'accès à la technologie). RWE ne contribua donc plus que pour le tiers à SNR2. On peut voir là une différence de stratégie nationale. Pour RWE la logique de dilution des coûts va jusqu'à la perte du contrôle majoritaire, pas à EdF.

[39] Loi du 23 décembre 1972 autorisant la création d'entreprises exerçant en France une activité d'intérêt européen en matière d'électricité, et décret du premier ministre du 13 mai 1974.

[40] Cf. les schémas dans PIROTTE O., GIRERD P., MARSAL P., MORSON S. (1988), pp. 166 et 169.

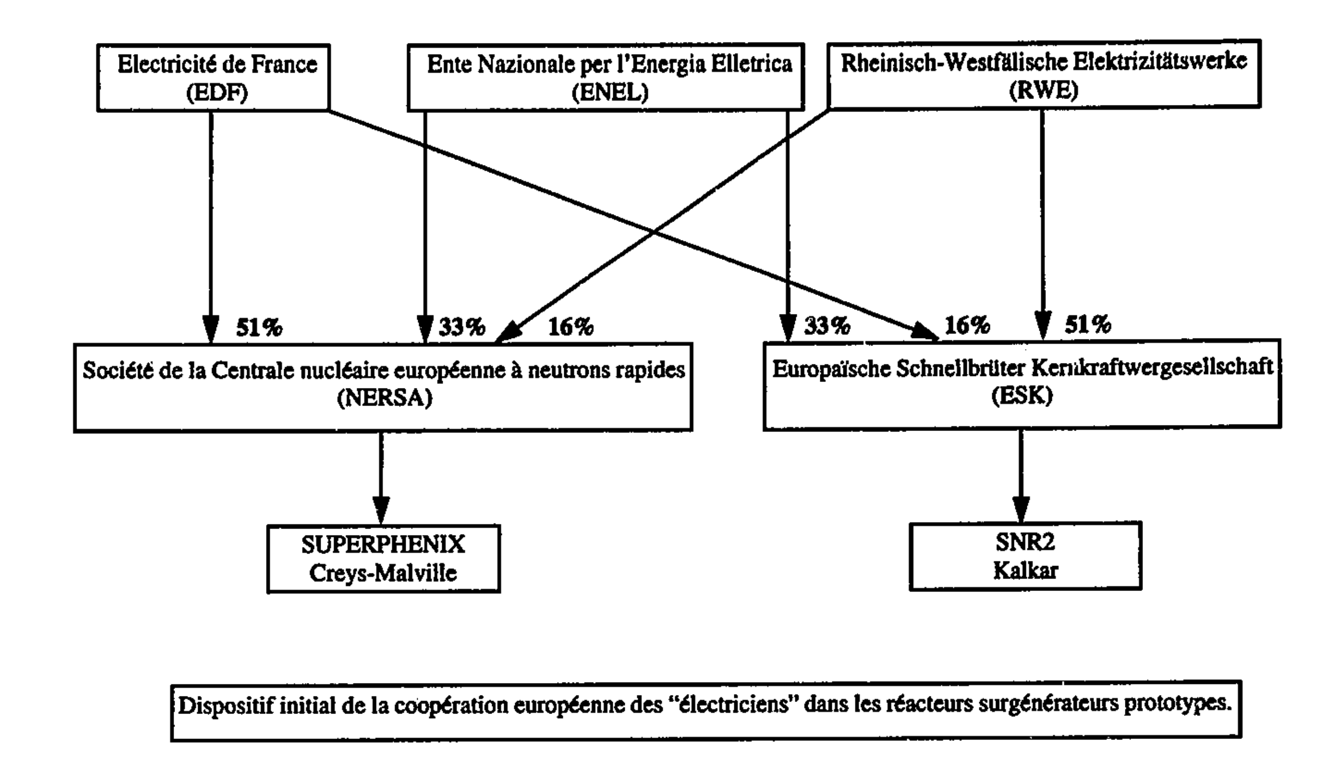



**Figure 180.** Structure de la coopération trilatérale des producteurs d'électricité dans le programme de réalisation des réacteurs surgénérateurs prototypes.

*Une technologie française financée par des contrats étrangers. La coopération par séparation des tâches à UP3 La Hague* [41]

Dans le domaine du retraitement la situation limite de coopération est atteinte avec le lancement en 1978 par Georges Besse, qui dirigeait alors la Cogéma, du projet UP3, qui avait pour but de satisfaire les demandes de retraitement européen jusqu'en l'an 2000. Les clients s'engageaient à financer la construction d'une nouvelle usine à La Hague, appartenant à la Cogéma et gérée exclusivement par elle, contre le retraitement de leurs combustibles.

Le 2 septembre 1981, Georges Besse rendait public lors d'une conférence de presse le contenu des contrats de retraitement qui avaient été passés avec des sociétés étrangères.

Trois générations de contrats s'étaient succédé à la Cogéma depuis la création d'UNIREP, leur évolution montrant d'une part la prise en compte croissante de l'incertitude quant au coût de l'activité, d'autre part le rôle de plus en plus important des combustibles étrangers dans l'activité française de retraitement. Pendant la première période allant de 1971 à 1974 et concernant 514 t de combustibles en provenance de quinze réacteurs, dont celui de Mühleberg, ces contrats de première génération reprenaient les grands principes élaborés par Eurochemic et par Windscale : prix fermes, délais garantis, libre usage des déchets par le retraiteur, qui pensait en valoriser la transformation. L'application de prix fermes et la conservation des déchets se révélèrent intenables et entraînèrent des renégociations. A partir de 1977 une seconde génération de contrats fut mise en place, qui jusqu'en 1979 concernèrent 713 t de combustibles en provenance d'une vingtaine de réacteurs. L'objectif de la Cogéma était «d'assurer près de 20% des besoins de financement de l'extension d'UP2-800 [en] diminuant d'autant la part à financer par Cogéma et EdF». Les principes gouvernant ces contrats étaient des prix beaucoup plus élevés, avec des clauses d'ajustement, la suppression des délais garantis, le retour de tous les déchets aux producteurs. En 1978 était formulé le projet de la construction par des avances sur retraitement d'une nouvelle usine, UP3. La stratégie de la Cogéma est clairement exposée dans le passage suivant[42] :

[41] Les aspects techniques de cette nouvelle usine ont été présentés dans la 5e Partie, chap. premier. Nous nous centrons ici sur les aspects commerciaux et financiers, à partir d'un article établi par la Cogéma et publié en 1981 par RGN dans sa rubrique RGN actualités, pp. 379-381.

[42] RGN (1981), p. 379.

«En 1976, suite à [sic] l'accélération du programme électronucléaire français et au développement prévisible des besoins français de retraitement, il est devenu clair que le développement de la capacité de l'usine existante (extension UP2-800 de l'usine UP2) deviendrait insuffisant et qu'il fallait envisager pour le début de la décennie 1990 la mise en service d'une nouvelle usine de grande capacité (UP3-A) et porter la capacité de l'ensemble à 1600 t/an environ. La stratégie adoptée a donc consisté à réaliser cette capacité de 1600 t/an avec une certaine avance constituant une marge de sécurité. Pour éviter toutefois les dépenses prématurées, on a tenu compte du fait que les producteurs d'électricité étrangers étaient prêts à accepter des conditions financières exceptionnelles afin d'avoir accès à une certaine capacité de retraitement.»[43] A cet effet était négociée globalement avec les producteurs d'électricité étrangers intéressés une troisième génération de contrats. Un accord était trouvé en 1978, mais la passation des contrats supposait que la diplomatie accompagne le commerce et l'industrie.

Cogéma s'engageait à construire une nouvelle usine entièrement vouée pendant les dix premières années de son fonctionnement au retraitement de 6000 t de combustibles d'origine étrangère. L'investissement, 45 milliards de FF, devait être entièrement couvert par les contractants[44] jusqu'en 1995.

Les livraisons devaient se faire suivant un calendrier, le retraitement serait facturé «sur la base du prix de revient réel abondé d'un bénéfice.» Les déchets de toutes sortes seraient obligatoirement renvoyés au producteur, ainsi que les produits finals du retraitement, i.e. l'uranium et le plutonium. Un échange de lettres entre les gouvernements concernés garantirait ce retour. En cas de différends l'arbitrage serait assuré par la Chambre de commerce internationale. Les contrats comprenaient de plus des clauses d'indemnisation très élevée en cas de non-réalisation. Ainsi étaient assurés le financement et la charge de production de la nouvelle usine jusqu'en l'an 2000.

Comme le précise le texte, «les clients étrangers n'ont aucun accès à la technologie ni au savoir-faire.»[45] La coopération technique atteint donc son point minimal dans le cas d'UP3, la coopération étant exclusivement financière et commerciale. La sophistication technique tout à fait remarquable de l'usine[46] trouve très certainement son origine dans la liberté financière obtenue grâce à la négociation de ces principes.

A travers ces trois exemples de coopération autour de projets industriels se lit la transformation des conditions de la coopération européenne dans les années soixante et au début des années soixante-dix.

Les cadres offerts par les organisations internationales ne sont pas utilisés. Ni l'AEN ni Euratom ne participent à la gestion des projets, même si la Communauté européenne tente de rapprocher par diverses initiatives, vaines au demeurant, les «frères ennemis de l'enrichissement européen»[47]. On préfère des accords sur mesure, entre partenaires directement intéressés et suivant des logiques nationales.

Ces conditions nouvelles de la coopération internationale dans le domaine des techniques nucléaires, dont les conséquences ont été examinées sur les organismes qui furent créés dans ces années, jouèrent un rôle fragilisant sur les organisations déjà existantes, comme Euratom. Elles pesèrent bien sûr aussi sur Eurochemic, où elles s'ajoutèrent aux problèmes internes au champ du retraitement et à l'entreprise.

### *L'impact de ces modifications du climat international a amplifié les problèmes internes de la coopération européenne en matière de retraitement – L'échec de la Société contraste avec la réussite du projet*

#### *La vulnérabilité de la structure de coopération existante*

##### Problèmes financiers et désintérêt des industriels

Le succès du projet passait par une sous-estimation financière volontaire et par une faible capacité, qui obéra la réussite de l'entreprise, d'autant plus que l'allongement des délais prévus entraîna par lui-même une augmentation des coûts[48].

La trop faible capitalisation de départ posa dès la phase de construction des problèmes de financement qui furent à l'origine de la première grave crise de la coopération en 1963-1964. Les raisons pour lesquelles la dissolution de la coopération ne s'est pas faite alors sont complexes et multiples. La principale cause est très

[43] L'acceptation de ces conditions est certainement à mettre en rapport avec les obligations légales des producteurs, à une époque où seuls les Français semblent capables de retraiter et où plane sur l'activité une indiscutable incertitude internationale. Georges Besse et la Cogéma surent utiliser ces besoins et ces risques pour faire franchir au retraitement français un grand saut quantitatif et qualitatif.

[44] Le Japon et l'Allemagne contribuaient pour plus de 50% dans la ventilation prévue en 1981: Japon (2200 t), Allemagne (2141 t), Suède (672 t), Belgique (398 t), Suisse (469 t), Pays-Bas (120 t).

[45] RGN (1981), p. 381.

[46] Cf. 5e Partie, chap. premier.

[47] Sur ces tentatives, cf. PIROTTE O., GIRERD P., MARSAL P., MORSON S. (1988), pp. 196-200.

[48] Rappelons que la Convention de décembre 1957 prévoit la réalisation de l'usine avant 1961.

probablement qu'à l'époque l'interruption d'une coopération, si elle n'était pas impensable[49], comportait une dimension symbolique très forte et qu'un projet décidé devait aller nécessairement à son terme, en l'occurrence les quinze premières années fixées par la Convention[50].

La manière dont cette crise a été résolue constitua une première inflexion dans la nature du projet. Par l'inclusion automatique du financement dans le budget de l'OCDE, la coopération était sauvée, mais s'éloignait du schéma prévu initialement d'un passage rapide du relais à l'industrie. Eurochemic était désormais un organisme public international de recherche et de services, appendice de l'OCDE, et ce avant les difficultés commerciales du début de l'exploitation.

De toute évidence de surcroît, si les industries chimiques nationales étaient à l'époque toujours intéressées par le retraitement, elles l'étaient moins par le cadre international offert par Eurochemic et préféraient développer parallèlement leurs propres expériences avec des aides publiques nationales. Pour SGN, Eurochemic était un petit marché par rapport à La Hague, construite par le CEA, dont les ressources provenaient en dernier ressort de l'Etat; pour Hoechst, le transfert de technologie s'était opéré dès 1961 et le projet d'usine pilote nationale était financé sur fonds publics fédéraux[51]. Le cas semble identique en Italie. Pour les «petits pays» la poursuite de la coopération apparaissait cependant plus souhaitable, permettant la continuation de l'apprentissage en attendant de pouvoir mener un projet purement national.

La diversification aux combustibles à uranium hautement enrichi et l'adaptation aux caractéristiques nouvelles des réacteurs augmentèrent encore les coûts, la mise en route de l'usine en fit apparaître de nouveaux. La nouvelle logique de l'entreprise et le mécanisme de financement mis en place permirent l'achèvement de la construction et le démarrage en actif de l'usine.

Le succès technique que représentait cette mise en route fit à nouveau espérer que des recettes commerciales pourraient alléger la charge pesant sur les Etats membres. Mais deux facteurs vinrent à leur tour compromettre cette attente.

La conjonction des problèmes de rentabilité et des problèmes techniques au début des années soixante-dix

La première difficulté vint du faible niveau des prix dans une activité sans marché commercial important. Le problème de la constitution des prix du retraitement dans les années soixante nécessiterait des études plus détaillées, mais ceux-ci étaient assurément déconnectés de la réalité économique, probablement parce qu'ils étaient impossibles à calculer faute d'expérience. Eurochemic commença à s'aligner sur les prix annoncés par NFS, puis fut entraînée à les tirer vers le bas du fait des offres britanniques sur le marché extérieur, aussi bien pour les combustibles que pouvait retraiter Windscale que pour ceux que l'usine britannique pensait pouvoir retraiter dans un avenir proche. La spirale déflationniste fut accentuée par la multiplication des projets nationaux, alors que la production électronucléaire ne suivait pas. Le passage à des prix plus réalistes ne semble s'être fait par étapes qu'à partir des années soixante-dix[52]. La sous-évaluation des prix constituait de toutes les façons un obstacle supplémentaire à la réalisation de recettes de retraitement appréciables.

---

49 Mais elle l'était peut-être dans les années cinquante. Cette hypothèse pourrait constituer une des explications au flou des dispositions relatives à la fin de l'entreprise commune dans les Statuts d'Eurochemic, texte par ailleurs juridiquement très précis et très fouillé.

50 Peu d'organisations internationales ont disparu à l'exemple de la SDN, qui sombra dans la seconde guerre mondiale mais fut relayée par l'ONU. Il fallut attendre le début des années soixante-dix pour que disparaissent les premières organisations internationales créées après la seconde guerre mondiale, l'ELDO et l'ESRO, la cause de ces disparitions étant essentiellement technique, même si la motivation du choix du moment précis de la décision d'arrêt fut politique,
cf. KRIGE J. (1993b). L'effondrement du bloc soviétique, avec comme expression ou conséquence la disparition du CAEM et du Pacte de Varsovie, a montré récemment la fragilité des organisations internationales régionales dominées par un seul acteur.

51 Les industries chimiques française et allemande ne se désengagèrent du retraitement qu'après 1975, mais elles le firent de deux façons différentes. Saint-Gobain céda progressivement ses parts au CEA (puis à la Cogéma) et à la société d'ingénierie principalement pétrolière Technip, ce qui contribua au maintien d'une logique industrielle pour le retraitement français. Les «chimistes» allemands, Hoechst en tête, transmirent la gestion des intérêts du retraitement aux «électriciens», qui eurent une approche principalement commerciale du problème, les amenant à préférer le recours aux services de retraitement français, ce qui constitua un des facteurs de l'abandon du retraitement national en Allemagne.

52 Des comparaisons historiques sont délicates, en raison de la transformation de la nature des combustibles, des mutations de l'industrie du retraitement et de l'avilissement de la monnaie. A titre simplement illustratif, rappelons que les premiers contrats signés par Eurochemic avec le CEA variaient entre 20 et 50$/kg. En mai 1994 la COGEMA , dans une estimation des coûts allemands en cas de retraitement après l'an 2000 dans son usine de la Hague, transport compris, gestion finale des déchets non comprise, faisait une offre à 1960 DM/kg, soit environ 1230 $/kg, un prix au

Le second facteur fut plus conjoncturel et tint au rythme du retraitement à Eurochemic, à la lenteur et aux difficultés de la montée en capacité ainsi qu'au fait que l'usine était en arrêt technique pour modifications entre mai 1970 et février 1971. Ces transformations tenaient compte des différents problèmes rencontrés pendant les années d'apprentissage. On pouvait ainsi estimer qu'une nouvelle phase de la coopération venait de s'achever. La fermeture de l'usine-pilote se justifiait donc plus qu'en 1963-1964, où l'on était alors en plein chantier. En 1970 s'ajoutait à l'expérience acquise dans la construction celle accumulée dans les premières années d'exploitation. Le terme de la période de 15 années prévue dans la Convention s'approchait. Mais la prise de décision d'arrêt fut rendue possible par la mutation de l'esprit de coopération internationale.

*Eurochemic comme «victime» de la transformation de l'esprit de coopération des années soixante*

Dans l'histoire de la coopération européenne, ce qui est fondamental au début des années soixante-dix est moins la décision d'arrêter le retraitement à Mol pour des raisons de surcapacité – argument d'UNIREP à la suite du rapport FORATOM – que celle d'écarter toute formule de coopération multilatérale dans l'exploitation industrielle des nouvelles unités que l'on prévoyait de mettre en service pour faire face au réveil, tardif mais toujours espéré, de la production électronucléaire.

On retrouve là le même genre de logique que celle qui présida à la constitution d'URENCO, avec la différence qu'il y a encore une coopération en R&D pour l'exploration du procédé nouveau de l'ultracentrifugation, alors qu'à UNIREP il n'y a guère qu'une mise en commun commerciale[53], les intérêts des trois puissances concernées étant assez divergents: attendre des jours meilleurs pour les installations françaises et britanniques existantes, obtenir l'assurance de pouvoir construire leur usine pour l'Allemagne.

L'alliance entre les trois principales puissances européennes entraîna donc le sacrifice de la coopération multilatérale. Les petits pays n'eurent qu'à s'incliner. Ils le firent avec plus ou moins de bonne grâce. Le paradoxe est que ce renoncement n'eut pas comme conséquence de supprimer la structure de coopération ni de la vider de toute substance.

Il faut expliquer le maintien de l'entreprise commune pendant quinze années après l'achèvement du retraitement. La combinaison des contraintes techniques et de certaines caractéristiques politiques explique cette longue fin, qui est aussi une seconde vie. La nature de la coopération européenne à l'œuvre à partir de 1975 à Eurochemic est en effet très différente de la précédente.

*Les mutations de la coopération internationale à Eurochemic à la fin des années soixante-dix*

La survie de l'entreprise après le retraitement est liée au flou des dispositions conventionnelles et statutaires, combiné aux contraintes de la gestion d'un établissement nucléaire.

Echec de la tentative de «reproduction mimétique»[54] de la coopération dans les déchets

L'AEN tenta de répondre à la décision d'arrêt du retraitement par le lancement sur le site d'un programme international portant sur la gestion des déchets radioactifs. En effet ceux-ci constituaient un secteur porteur de la coopération internationale en matière de R&D nucléaire. Au début des années quatre-vingts par exemple[55], si Euratom ne réalise que 5% de la R&D pratiquée dans les pays de la Communauté, ce pourcentage passe à 25% dans le domaine des déchets. Il s'agissait en effet d'un champ d'activité resté jusque là relativement marginal, où beaucoup de travail restait à faire et qui était de surcroît éloigné à la fois de l'objectif industriel et commercial primitif d'Eurochemic et de celui de service public international qui caractérisait l'entreprise à partir du milieu des années soixante. Ce qui était tenté était une nouvelle transformation, la création à partir de l'entreprise commune existante d'une structure internationale assurant une mission d'intérêt public, et dépassant le cadre européen, dont venait de sortir l'AEEN transformée en AEN.

Le projet échoua et dès lors les partenaires recherchèrent ensemble une solution pour mettre fin à leur coopération.

---

moins multiplié par 25 en $ courants en 30 ans. Source pour l'offre française de 1994: DEVEZEAUX DE LAVERGNE J.G. (1994), p. 353, tableau 2, note 1. La discussion d'amendements à la législation nucléaire allemande, qui fait peser pour la COGEMA le risque d'une réduction ou d'un abandon du retraitement au profit du stockage direct, a très probablement motivé la parution de l'article dans la revue allemande.

[53] Des échanges d'information techniques sont cependant prévus.

[54] Au sens donné par ce terme par COHEN E. (1992), p. 178, cf. supra. Mais ici le changement d'objet change aussi le sens de la répétition.

[55] STROHL P. (1981), p. 16 §29.

Une coopération forcée ayant comme objectif de mettre un terme à l'entreprise commune

L'arrêt du retraitement se fit au début de 1975, le cadre général du désengagement d'Eurochemic fut trouvé en 1978 par la signature d'une autre Convention, mais il fallut douze années pour que la Société finisse par disparaître en novembre 1990.

Ce délai est la résultante de la spécificité de la gestion de l'entreprise nucléaire, du flou des dispositions conventionnelles et statutaires relatives à la dissolution de la Société, du poids de la conjoncture belge et de la complexification légale et réglementaire des processus de décision en matière d'équipements nucléaires.

Le problème des déchets fut fondamental. La logique de stockage liée à l'état contemporain des techniques, combinée au phénomène inévitable de contamination radioactive des équipements – même sans incidents – empêcha de «mettre la clé sous la porte.» Il fallait régler la question avant de pouvoir envisager le désengagement. Au début des années soixante-dix on ne savait pas stabiliser les effluents de haute activité concentrant l'essentiel de la radioactivité accumulée dans une usine de retraitement. Un projet de R&D devait donc être conduit jusqu'à l'étape permettant de vitrifier les effluents générés pendant la courte durée d'exploitation de l'usine, de volume somme toute modeste mais qui concentraient l'essentiel de la radioactivité résiduelle.

PAMELA s'inscrivait d'ailleurs tout à fait dans les nouvelles formes de coopération qui caractérisent l'Europe des techniques nucléaires depuis les années soixante : le pilotage national d'un projet international, en l'occurrence par l'Allemagne. La différence avec l'usine d'Almelo vient du fait qu'il s'agit d'un pilote allemand en terre belge, du moins jusqu'en 1986, date de l'accord de belgisation de l'installation.

Le flou des dispositions relatives à la fin de la Société, l'article 31 des Statuts de la Société portant sur la liquidation et surtout l'article 32 sur le principe d'un accord avec l'Etat du siège, rendirent nécessaires des négociations avec la Belgique et firent largement dépendre le sort de la coopération internationale de la capacité de décision d'un seul de ses membres. Il n'y eut plus de politique collective générale, mais un pilotage à vue pour assurer le plus vite possible la réalisation d'un programme de gestion des déchets lancé au début des années soixante-dix et l'exécution d'une Convention signée à la fin de ces mêmes années.

Or les négociations indispensables tombèrent à un moment défavorable à des prises de position claires de la part de la Belgique sur la politique nucléaire et sur la place du retraitement dans cette politique. L'exécution de la Convention, supposant la mise sur pied d'un organisme belge de reprise, fut encore retardée par des clivages importants qui apparurent au sein des forces de décision du pays en matière énergétique. Enfin les évaluations pécuniaires devant accompagner la fin de l'engagement international se heurtèrent au caractère nouveau des activités qu'il fallait mesurer sans expérience pratique préalable. Cependant les considérations relatives à la mise en sûreté des déchets constituèrent un facteur crucial pour la continuation des travaux et en conséquence du financement.

L'histoire de la coopération internationale à Eurochemic passa donc par trois phases après le succès du projet :

- une phase de partage et d'acquisition d'une activité nouvelle en Europe, devant déboucher sur l'autonomie d'un organisme nouveau, mais s'achevant sur un fiasco financier conduisant à la prise de relais par la puissance publique internationale (1959-1964) ;
- une phase d'acquisition d'un savoir-faire et de prestation d'un service international de retraitement dans le cadre public dont la fin fut consécutive aux mutations de la coopération européenne (1964-1974) ;
- enfin une phase de coopération forcée pour mener le désengagement international s'accompagnant de l'exécution d'une mission d'intérêt public en matière de gestion des déchets radioactifs, s'achevant par la mise à la disposition de la Belgique d'un site nucléaire où se concentrent provisoirement aujourd'hui les déchets du pays, en attendant qu'une solution de stockage définitif soit trouvée (1975-1990).

Au terme de cette réflexion sur le cycle de vie d'une organisation internationale il faut examiner si la formule très originale tentée par Eurochemic ne peut servir de base à l'élaboration des formes nouvelles de coopération exigées pour la résolution de certains problèmes contemporains brûlants.

**L'héritage institutionnel d'Eurochemic**

Le terrain de la prospective est un terrain mouvant pour l'historien comme pour tout autre, mais la formule d'une entreprise internationale, comme l'a été Eurochemic, peut constituer un élément de réflexion et peut-être d'inspiration pour la résolution d'un certain nombre de problèmes actuels, nucléaires ou non.

***Des différents usages d'une société internationale par actions travaillant sous l'égide d'une organisation internationale – Quelques domaines d'application possibles dans des secteurs non nucléaires***

*Une telle formule présenterait des avantages en matière de R&D précompétitive* dans des domaines supposant une mobilisation importante de fonds sur des problèmes d'intérêt commun, comme la progression du SIDA, et devant déboucher rapidement sur des réalisations concrètes. L'association de partenaires publics et privés internationaux peut faciliter en effet une meilleure coordination entre les deux grands types d'acteurs et entre entreprises, permettant de faire l'économie des réplications de recherches et d'accélérer les échanges d'informations; la mise en commun des fonds publics peut créer les conditions d'une stricte égalité dans l'accès au soutien public et éviter des déperditions d'énergie dans le règlement de conflits sur les problèmes commerciaux.

*Une société internationale technique spécialisée associant étroitement le domaine public et les entreprises privées pourrait également jouer un rôle dans l'organisation des transferts de technologie «Nord-Sud»* en les articulant mieux sur les mécanismes de l'aide internationale.

Un des reproches couramment adressés à l'aide organisée par les institutions internationales est son caractère de saupoudrage et parfois son inadaptation, explications de son inefficacité. Ce reproche a comme écho celui de transferts de technologie émanant d'acteurs privés ne servant que les intérêts des sociétés du «Nord» et ayant conduit à l'émergence de structures duales dans les pays du Sud.

Des sociétés internationales à but précis, alimentées par l'aide et mobilisant des compétences techniques pour réaliser un projet clairement délimité débouchant sur le fonctionnement autonome d'unités de production locales, pourraient par exemple voir le jour dans le domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement des eaux urbaines dans les grandes villes du «Sud».

*Une structure de ce genre pourrait aussi permettre d' affronter dans la transparence des problèmes ayant des dimensions transfrontalières*

Dans le domaine des déchets classiques par exemple la tendance actuelle des pays développés est à un durcissement des réglementations et à un repli sur des solutions nationales. Ces dernières sont parfois localement intenables, en tout cas à court ou moyen terme. Les acteurs sont poussés à trouver des solutions qui se situent aux franges de la légalité et vont parfois même au-delà, et qui transfèrent les problèmes au-delà de leurs propres frontières, en particulier dans des conditions créant une augmentation des risques pour les populations locales.

Une structure commune de gestion industrielle des déchets associant étroitement tous les partenaires intéressés et prévoyant l'ensemble du cycle de la coopération, conclue pour une durée donnée – afin de ne pas freiner les adaptations lentes à la législation – permettrait assurément de diminuer les risques au bénéfice de toutes les parties.

Mais il est un secteur où l'établissement d'une entreprise commune internationale pourrait contribuer immédiatement à la résolution d'un grave problème. Ce domaine nous ramène dans le champ d'Eurochemic, celui des matières fissiles et de leur utilisation civile.

***Modeste proposition pour la création d'une Société internationale pour la gestion des stocks de plutonium issus de la réduction programmée des armements stratégiques*** [56]

L'implosion de l'URSS a fait sortir le monde du long «après-guerre» et a modifié radicalement l'équilibre des forces militaires. L'application des accords START I et II et l'exécution d'engagements unilatéraux américains et russes vont se traduire par le désarmement de plusieurs milliers de têtes nucléaires, entraînant la création d'ici à 2003 de stocks de surplus militaires évalués à plusieurs centaines de tonnes d'uranium hautement enrichi (HEU) et à une cinquantaine de tonnes de plutonium.

En 1992, le Committee on International Security and Arms Control (CISAC), un organe de l'Académie nationale des Sciences américaine (NSA) existant depuis 1980, fut saisi par le général Brent Scowcroft, Conseiller pour la Sécurité nationale du président Bush, afin d'examiner les questions de sécurité posées par cette nouvelle situation. Un groupe plutonium du CISAC, dirigé par Wolfgang K.H. Panovsky, professeur et directeur honoraire au Stanford Linear Accelerator Center, qui suivait déjà le dossier, établit un rapport qui fut publié en 1994.

Le groupe s'est concentré sur l'étude du problème du plutonium, considérant que les HEU sont relativement plus faciles à gérer dans la mesure où on peut les diluer dans des combustibles LEU destinés aux réacteurs à eau ordinaire. Les Etats-Unis se sont engagés à racheter dans les vingt prochaines années, sous

[56] La partie qui suit résulte de réflexions à la lecture de CISAC/NAS (1994), dont la publication et l'intérêt ont été signalés par Jean-Jacques Salomon.

certaines conditions, pour 11,9 milliards de $ 500 t de HEU russe dilués dans du LEU [57]. Cela ne supprime pas pour autant le problème de leur gestion pendant ce temps.

Le résumé du rapport[58] constate le danger que représente l'existence de ce surplus et l'absence de structures institutionnelles pour y faire face. Il émet quatre recommandations. La troisième est de nature principalement technique. Les trois autres sont plus largement politiques. Une solution inspirée d'Eurochemic, tenant bien sûr compte de ses carences, devrait permettre de résoudre d'une façon efficace et internationalement équitable un certain nombre de problèmes soulevés par le rapport du CISAC/NSA.

Du point de vue technique le stockage du plutonium sous forme militairement utilisable doit être réduit dans le temps et se faire dans des conditions de sûreté et de sécurité comparables à celui des armes. Il faut donc transformer le plutonium dans des unités industrielles assurant des niveaux élevés de sûreté, de sécurité et de protection tant pour le public que pour les travailleurs. Deux voies techniques immédiates sont envisagées: la fabrication d'éléments de combustible MOX destinés, après irradiation, à être stockés sans retraitement préalable ou bien la co-vitrification avec des produits de fission. Le rapport propose pour l'avenir une troisième solution, celle de l'enfouissement en couches géologiques profondes, mais évoque les difficultés de coordination administrative et d'acceptabilité publique, comme le montre l'exemple de Yucca Mountain aux Etats-Unis.

Du point de vue politique la gestion de ce stock doit s'inscrire dans un effort global de développement de cycles du combustible plus résistants à la prolifération ayant comme but à long terme l'élimination totale des stocks de plutonium, évalués actuellement à 1100 tonnes et qui devraient atteindre 1600 à 1700 t en l'an 2000[59]. Très concrètement il faut que le stockage se fasse dans le cadre d'un nouveau régime des matières fissiles négocié de façon réciproque, comprenant la déclaration des stocks d'armes et de toutes les matières fissiles, l'arrêt de la production et la réduction des stocks devant se faire de manière négociée et contrôlée. De plus le stockage est à réaliser dans un cadre sûr, sous surveillance contrôlée internationalement et avec la garantie que les retraits de matières fissiles répondront à des buts uniquement civils[60].

Ces propositions pourraient trouver leur concrétisation dans la création d'une structure du genre d'Eurochemic.

Une société internationale dépendant de l'AIEA, financée partiellement par elle et par la vente de ses prestations, pourrait se voir confier la gestion des stocks aussi bien aux Etats-Unis qu'en Russie, ainsi que la transformation du plutonium et de l'uranium hautement enrichi en combustibles ou en déchets vitrifiés. Ses participants, majoritaires à parts égales, seraient les Etats-Unis et la Russie, que d'autres Etats nucléaires désireux de s'associer au désarmement mondial auraient la possibilité de rejoindre. La Société serait ouverte au contrôle par un grand nombre de pays nucléaires et non nucléaires par le biais de structures amendées de l'AIEA. Les centres de stockage existants seraient internationalisés et des établissements industriels internationaux de transformation[61] seraient construits sur ces sites.

Une participation européenne à une telle structure serait à la fois utile et indispensable. L'avance technologique européenne en matière de fabrication de MOX, celle de la France en matière de vitrification, ainsi que des compétences techniques et une surveillance extérieure aux principaux partenaires pourraient être mises rapidement au service de la réduction, dans la transparence, des risques considérables nés des conséquences de la seconde guerre mondiale, au profit de la paix générale.

Une telle structure, rendue aujourd'hui possible par la nouvelle configuration des relations internationales, réaliserait une partie de «l'utopie raisonnable» proposée en 1946 par le rapport Lilienthal-Acheson, mettant fin à la «folie réaliste», à cette dérive perverse de la raison qu'ont été la course aux armements et «l'équilibre de la terreur».

---

57 CISAC/NAS (1994), p. 5.

58 "Executive Summary", pp. 1-18.

59 CISAC/NAS (1994), p. 29. Plus de 75 % du stock provient du plutonium contenu dans le combustible des réacteurs nucléaires, la plus grande partie se trouvant dans des combustibles non retraités de moins de 15 années d'âge.

60 CISAC/NAS (1994), p. 1-2. Cette nalyse américaine ne tient pas compte des réacteurs surgénérateurs.

61 La reprise d' établissements nationaux pourrait être envisagée mais poserait entre autres problèmes celui de l'acceptabilité du transport des matières fissiles et en particulier du plutonium.

# Conclusion générale

# Conclusion générale

L'histoire de la Société Eurochemic a permis de poser les premiers jalons d'une histoire des techniques nucléaires civiles et de la coopération européenne dans la partie aval du cycle du combustible.

L'industrie du retraitement, née de la démilitarisation d'une industrie-clé du programme de fabrication de la bombe au plutonium, s'est développée en Europe à la faveur du programme "Atoms for Peace" et s'est traduite par un intense effort de transfert de technologie. Celui-ci fut géographique. Cette industrie a traversé l'Atlantique et a constitué un des aspects de l'appropriation des méthodes américaines par les acteurs économiques européens après la seconde guerre mondiale. Le transfert fut également sectoriel. L'industrie chimique des matières radioactives a beaucoup emprunté à la chimie des pétroles et à la chimie fine. Cependant elle a aussi dû inventer ses propres solutions pour faire face à ses spécificités, notamment en ce qui concerne la protection des travailleurs contre les radiations.

L'histoire du cycle de vie d'Eurochemic, qui s'étend sur une brève période, offre en raccourci une synthèse des problèmes qui peuvent se poser à une entreprise nucléaire et à un organisme de coopération internationale.

Eurochemic fut un pur produit de l'euphorie nucléaire qui saisit l'Europe dans la seconde moitié des années cinquante de ce siècle.

La naissance de l'industrie nucléaire en Europe fut étroitement liée à l'appréciation faite par les contemporains du «problème énergétique» régional dans les années cinquante et à la recherche d'une solution nationale qui puisse relayer le charbon. Le besoin d'assurer l'indépendance énergétique, considérée comme un des attributs de la puissance d'un Etat, constitua un puissant facteur d'essor de l'industrie nucléaire. Le retraitement fut donc dès le départ intégré dans les plans de développement de cette activité. Par le recyclage de l'uranium fissile «imbrûlé» dans les centrales, il permettait d'espérer accroître considérablement le pouvoir énergétique réel du combustible nucléaire. Par la récupération du plutonium créé par la fission, éventuellement dans des réacteurs surgénérateurs, le retraitement apparaissait comme un des moyens pour les pays maîtrisant le «cycle du combustible» de s'affranchir de la contrainte énergétique.

Les Etats, qui désiraient sortir de la situation de faiblesse dans laquelle la fin de la seconde guerre mondiale les avait laissés, soutenaient cette course à la puissance nationale. Ils prenaient appui sur les organisations internationales qui se créaient alors. Les coûts, les durées de réalisation et les difficultés techniques étaient alors largement sous-estimés, faute d'expérience. Les conditions générales permettant la prise de décision et la réalisation des projets étaient plus faciles qu'aujourd'hui car elles mettaient en jeu un nombre limité d'acteurs.

Eurochemic fut l'un des fruits de cette période d'abondance, d'optimisme et de coopération étroite entre les experts, publics et privés, les bureaucrates, nationaux et internationaux, les entreprises d'ingénierie et les industries chimiques et métallurgiques européennes .

A cette volonté d'assurer l'indépendance énergétique des Etats s'ajouta un autre facteur, qui stimula fortement la recherche dans le domaine du retraitement : le «non-dit militaire», qui prit deux formes, antinomiques mais présentes en même temps dans la coopération.

Acquérir la technologie civile du retraitement, c'était, pour certains pays, pouvoir envisager un jour de la militariser car, suivant une expression répandue dans le milieu du retraitement, «les isotopes militaires ne portent pas d'uniforme». L'attrait pour la technologie civile permettant le bouclage du cycle du combustible, qui est un cycle long, à une époque où démarre seulement la production électronucléaire, peut être attribué au désir de mener une politique d'indépendance énergétique à très long terme, mais aussi à celui d'avoir son «ticket d'entrée» dans le club des puissances atomiques pour le jour où il s'ouvrirait, ce qui n'était pas, dans une Europe modelée par la guerre froide, une hypothèse absurde.

Dans le même temps d'autres pays s'engageaient dans la coopération européenne concernant le retraitement parce qu'ils pensaient que le contrôle mutuel était le meilleur moyen pour empêcher la prolifération, une démarche amorcée à Eurochemic dix années avant la signature du Traité de non prolifération.

Le rythme réel de développement du nucléaire, la «crise de langueur» des années soixante, allait cependant lourdement toucher l'usine européenne de retraitement. Les analyses des années cinquante, qui avaient proposé l'essor de l'électricité nucléaire comme moyen d'assurer l'indépendance énergétique, avaient mésestimé le rôle du pétrole et son faible coût immédiat pour les acteurs économiques. La «dépendance acceptée», qui allait nourrir la haute croissance des années soixante en Europe, devait considérablement freiner la croissance de la production électro-nucléaire jusqu'aux chocs pétroliers des années soixante-dix, alors que les premières réalisations à l'échelle industrielle prouvaient que cette technique nouvelle demandait du temps et de nouveaux progrès pour être apprivoisée. Eurochemic se retrouva donc «en avance» sur les besoins européens, accumulant une expérience précoce et polyvalente du retraitement civil.

Eurochemic fut ainsi la première usine européenne à retraiter des combustibles oxydes à taux d'irradiation élevé provenant de réacteurs à eau ordinaire. Elle apporta des perfectionnements au procédé de retraitement utilisé dans les usines les plus modernes, contribua à la résolution de problèmes techniques, matériels ou organisationnels, et forma des scientifiques et des techniciens qui essaimèrent dans toute l'Europe nucléaire.

Mais, lorsque le lancement des grands programmes électronucléaires se fit en Europe occidentale à la suite du premier choc pétrolier, les bases politiques de la coopération européenne qui avaient permis sa réalisation avaient disparu. Le marché du retraitement avait été partagé au début des années soixante-dix par les trois principales puissances industrielles et nucléaires régionales. L'activité de retraitement cessait donc à Eurochemic une année après le premier choc pétrolier.

La vie de l'entreprise après 1975 fut entièrement centrée sur la résolution du problème de la gestion de ses propres déchets. En raison de la brièveté de son activité de retraitement et du fait de son caractère international, Eurochemic fut, là aussi, «en avance» sur les autres usines de retraitement et a été confrontée à une situation jusqu'ici sans précédent comparable.

Il ne fut jamais question de laisser l'usine de Mol en l'état après son arrêt. Les pays participants prirent leurs responsabilités, parfois en rechignant, et financèrent un programme de mise en sécurité de l'installation, le premier de ce type à être appliqué à une usine de retraitement. Ce programme comprenait la décontamination partielle des bâtiments et la stabilisation des déchets générés par les activités nucléaires sur le site. Pour chaque type de déchets fut adoptée une procédure spécifique qui pouvait, soit reprendre des solutions techniques mises au point dans d'autres organismes, soit comporter une dimension originale de recherche appliquée, comme dans le cas des déchets solides contaminés alpha ou dans celui de la vitrification des effluents de haute activité. Si le coût de ce programme fut incontestablement allégé, pour les pays participants, grâce à la volonté belge de reprise de l'activité sur le site, qui épargna aux pays membres de payer un démantèlement complet, dont la réalisation à court terme est aujourd'hui très hypothétique, l'histoire d'Eurochemic montre l'importance du poids financier entraîné par la mise à l'arrêt d'une entreprise nucléaire de ce type, d'autant plus que reste ouvert le problème du stockage définitif des déchets stabilisés.

Certes il faut se garder d'une transposition hâtive aux sites en fonctionnement aujourd'hui et incorporer les économies réalisables grâce à l'automatisation, aux différences de conception, aux méthodes de financement. La brièveté du temps d'exploitation d'Eurochemic, les conditions économiques de cette exploitation, le caractère expérimental des techniques de gestion des déchets et le rôle important de la main-d'œuvre dans les opérations de démantèlement gonflèrent pour l'entreprise le rapport entre les coûts de fonctionnement et les coûts de mise en sécurité après l'arrêt. Mais il est clair que les sujétions particulières nées de la nature du travail avec des produits radioactifs et de son encadrement législatif et réglementaire, heureusement contraignant, ont des conséquences financières importantes, qui doivent être prises en compte dès la phase de construction et poursuivies en cours d'exploitation.

Cette «leçon» de l'histoire d'Eurochemic ne vaut d'ailleurs pas que dans le domaine nucléaire, mais pour toutes les entreprises qui s'inscrivent de manière forte dans l'environnement, si l'on ne veut pas transmettre aux générations futures des charges ne correspondant à aucun profit immédiat pour elles. L' «avance» d'Eurochemic s'ajoute dans ce domaine à celle du secteur nucléaire européen dans son ensemble qui, en raison de ses spécificités, de ses dangers propres mais aussi de sa liaison étroite avec les pouvoirs publics des démocraties, a été soumis à des contraintes annonçant celles qui se mettent en place aujourd'hui dans d'autres «industries lourdes», du moins dans les pays les plus développés économiquement et politiquement.

# ANNEXES

## *ANNEXE 1*

# La Convention et les Statuts du 20 décembre 1957[1]

## Convention relative à la Constitution de la Société européenne pour le traitement chimique des combustibles irradiés (Eurochemic)

LES GOUVERNEMENTS de la République Fédérale d'Allemagne, de la République d'Autriche, du Royaume de Belgique, du Royaume de Danemark, de la République Française, de la République Italienne, du Royaume de Norvège, du Royaume des Pays-Bas, de la République Portugaise, du Royaume de Suède, de la Confédération Suisse et de la République Turque ;

CONSIDÉRANT que, conformément à une décision prise le 18 juillet 1956 par le Conseil de l'Organisation Européenne de Coopération Economique, un Syndicat d'études a été formé entre un certain nombre de pays membres de cette Organisation, intéressés à la constitution d'une entreprise commune de traitement chimique des combustibles irradiés ;

CONSIDÉRANT que, sur la base des travaux effectués par ce Syndicat d'études, le Gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne, le Gouvernement de la République d'Autriche, le Gouvernement du Royaume de Belgique, le Gouvernement du Royaume de Danemark, le Commissariat à l'Energie Atomique à Paris, le Comitato Nazionale per le Richerche Nucleari à Rome, le Gouvernement du Royaume de Norvège, le Gouvernement du Royaume des Pays-Bas, la Junta de Energia Nuclear à Lisbonne, Aktiebolaget Atomenergi à Stockholm, le Gouvernement de la Confédération Suisse et le Gouvernement de la République Turque sont convenus de constituer entre eux une entreprise commune sous la raison sociale «Société Européenne pour le Traitement Chimique des Combustibles Irradiés (EUROCHEMIC)» ;

CONSIDÉRANT que tant par sa composition que par son but, cette Société présente un caractère international et répond à l'intérêt général des pays qui y participent ;

CONSIDÉRANT en effet que cette Société a pour objet d'exercer toute activité de recherche ou d'ordre industriel relative au traitement des combustibles irradiés et à l'utilisation des produits de ce traitement, de contribuer à la formation de spécialistes dans ce domaine et de promouvoir par là le développement de la production et des utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire par les pays membres de l'Organisation Européenne de Coopération Economique ; qu'à cet effet la Société construira avant 1961 et exploitera une usine pour le traitement chimique des combustibles irradiés et un laboratoire de recherches ;

DÉSIREUX dans ces conditions d'accorder à cette Société tout le soutien qui lui est nécessaire ;

RECONNAISSANT que la Constitution de la Société et son fonctionnement doivent être facilités par des mesures particulières prises par les Gouvernements des pays qui y participent, sans toutefois que les facilités accordées à la Société puissent constituer un précédent pour d'autres entreprises communes qui seraient ultérieurement constituées ;

SONT CONVENUS ce qui suit :

[1] La présente édition critique se fonde pour la Convention et les Statuts, dans leur version primitive, sur le Premier Rapport du Comité de Direction de l'Energie nucléaire au Conseil de l'OECE, mars 1958, CDEN (1958) pp. 53 à 70. Pour les modifications apportées aux Statuts pendant la durée de vie de la Société, sur un exemplaire du Secrétariat du Conseil des Liquidateurs actualisé au 15 avril 1985.

**Partie I**

*Article 1*

*a)* Une entreprise commune sera constituée sous la raison sociale «Société Européenne pour le Traitement Chimique des Combustibles Irradiés (EUROCHEMIC)» (appelée ci-dessous la «Société»).

*b)* La Constitution de la Société aura lieu conformément aux dispositions des Statuts annexés à la présente Convention (appelés ci-dessous les «Statuts»), après signature des Statuts, dès l'entrée en vigueur de la présente Convention.

*Article 2*

*a)* La Société sera régie par la présente Convention, par les Statuts et, à titre subsidiaire, par le droit de l'Etat du siège dans la mesure où il n'y est pas dérogé par la présente Convention ou par les Statuts.

*b)* La Société jouira de la personnalité juridique. Elle aura la capacité d'accomplir toutes les opérations répondant à son objet, notamment de contracter, d'acquérir et d'aliéner des biens immobiliers et mobiliers et d'ester en justice.

*c)* Le caractère d'utilité publique est reconnu, conformément aux législations nationales, aux acquisitions immobilières nécessaires à l'implantation des installations de la Société. La procédure d'expropriation pour cause d'utilité publique pourra être introduite par le Gouvernement en cause conformément à la législation nationale en vue de réaliser ces acquisitions à défaut d'accord amiable.

*Article 3*

Les Gouvernements parties à la présente Convention prendront les mesures nécessaires, dans le cadre de leur compétence, pour faciliter à la Société toutes les opérations répondant à son objet, notamment celles qui porteront sur les combustibles traités et sur les produits récupérés.

*Article 4*

*a)* Les dispositions de la présente Convention n'affectent pas les droits et obligations résultant du Traité signé à Rome le 25 mars 1957, instituant la Communauté Européenne de l'Energie Atomique (EURATOM).

*b)* Les contrats relatifs aux matières brutes ou produits fissiles spéciaux en provenance ou à destination de pays non-membres de la Communauté Européenne de l'Energie Atomique (EURATOM) bénéficient des exceptions prévues à l'article 75 dudit Traité[2].

---

[2] Cité à partir de CECA-CEE-CEEA (1987), pp. 663 sq. Cet article est compris dans la dernière section du chapitre VI concernant l'approvisionnement, et en particulier l'Agence, a pour titre "dispositions particulières" :

Les dispositions du présent chapitre ne sont pas applicables aux engagements ayant pour objet le traitement, la transformation ou la mise en forme de minerais, matières brutes ou matières fissiles spéciales.

a)...

b)...

c)conclus entre une personne ou entreprise et une organisation internationale ou un ressortissant d'un Etat tiers, lorsque les matières sont traitées, transformées ou mises en forme dans la Communauté et font retour, soit à l'organisation ou au ressortissant d'origine, soit à tout autre destinataire également situé hors de la Communauté, désigné par cette organisation ou ce ressortissant.

Toutefois, les personnes ou entreprises intéressées doivent notifier à l'Agence l'existence de tels engagements et, dès la signature des contrats, les quantités de matière faisant l'objet de ces mouvements.....

Les matières faisant l'objet de ces engagements sont soumises sur le territoire des Etats membres aux mesures de contrôle prévus au chapitre VII (Le contrôle de sécurité). Toutefois, les dispositions du chapitre VIII (Le régime de propriété) ne sont pas applicables aux matières fissiles spéciales faisant l'objet des engagements visés au c).

*Article 5*

Le contrôle de Sécurité prévu par la Convention en date du 20 décembre 1957 sur l'Etablissement d'un Contrôle de Sécurité dans le Domaine de l'Energie Nucléaire est applicable au fonctionnement de la Société et à ses produits et sera exercé conformément aux dispositions de cette Convention et de l'Accord visé à l'article 16 *a)* de cette Convention[3].

*Article 6*

*a)* Les installations et les archives de la Société seront inviolables. Les biens et avoirs de la Société, ainsi que les matières acheminées vers celle-ci ou acheminées par elle vers le destinataire, seront exemptés de toute réquisition, expropriation et confiscation administratives.

*b)* Les biens et avoirs de la Société ne pourront pas être saisis ou faire l'objet de mesures d'exécution forcée, si ce n'est par décision de justice. Toutefois, les installations ainsi que les matières nécessaires à l'activité de la Société ne pourront pas être saisies ou faire l'objet de mesures d'exécution forcée.

*c)* Les dispositions du présent article ne mettront pas obstacle à l'accès aux installations et archives de la Société des autorités compétentes de l'Etat du siège et des autres pays où seront situées ces installations et archives, pour assurer l'exécution, dans leurs territoires respectifs, des décisions de justice ou des règles concernant la protection de la santé publique et de la prévention des accidents.

*Article 7*

*a)* La Société sera exonérée dans l'Etat du siège de tous droits et taxes fiscales et parafiscales à l'occasion de sa constitution, de la souscription et des augmentations de son capital, des apports, ainsi que des formalités diverses que ces opérations pourront comporter dans l'Etat du siège. La Société sera également exonérée de tous droits et taxes à l'occasion de sa dissolution et de sa liquidation.

*b)* La Société sera exonérée dans l'Etat du siège, ainsi que dans les autres pays où seront situées ses installations, des droits et taxes de transmission perçus à l'occasion de l'acquisition de biens immobiliers et des droits de transcription et d'enregistrement.

*c)* La Société sera exempte dans l'Etat du siège de tous impôts directs susceptibles de s'appliquer à elle-même, à ses biens, avoirs et revenus.

*d)* La Société sera exempte de la part de l'Etat du siège de tout impôt de caractère exceptionnel ou discriminatoire, tel qu'un prélèvement spécial sur le capital ou un impôt qui ne s'appliquerait pas aux autres sociétés exerçant une activité comparable.

*e)* Les exonérations prévues au présent article ne s'étendent pas aux impôts et taxes perçus en rémunération de services d'utilité générale.

*Article 8*

*a)* Les matières premières, les biens d'équipement et le matériel scientifique et technique nécessaires pour les installations et pour l'exploitation de la Société seront exonérés de tous droits de douane ou taxes d'effet équivalent et de toutes restrictions d'importation, sous réserve des dispositions de l'article 9.

*b)* Les produits ainsi importés ne devront pas être revendus sur le territoire du pays dans lequel ils auront été introduits, si ce n'est aux conditions convenues avec le gouvernement de ce pays.

*c)* Les matières fissiles destinées à la Société, ainsi que les matières produites ou récupérées par la Société destinées aux pays dont le gouvernement est partie à la présente Convention et actionnaire, ou dont un ressortissant est actionnaire de la Société (appelés ci-dessous «pays participant») seront exonérées à l'importation et à l'exportation de tous droits de douane ou taxes d'effet équivalent et de toutes restrictions.

---

[3] CDEN (1958), pp. 174-175 : " Un accord sera conclu entre l'Organisation et la Communauté Européenne de l'Energie Atomique (EURATOM) pour fixer les conditions dans lesquelles le contrôle établi par la présente Convention sera exercé sur les territoires auxquels s'applique le Traité signé à Rome le 25 mars 1957 instituant la Communauté Européenne de l'Energie Atomique (EURATOM), par les organes compétents de l'EURATOM sur délégation de l'Agence en vue d'atteindre les objectifs de la présente Convention. La Commission Européenne créée par ledit traité sera saisie de propositions à cet effet dès sa constitution, en vue de parvenir à un accord dans les meilleurs délais.

*Article 9*

*a)* La Société pourra, pour l'accomplissement des opérations répondant à son objet, acquérir, détenir et utiliser les monnaies des Parties Contractantes à l'Accord du 19 septembre 1950 sur l'Etablissement d'une Union Européenne de Paiements et des autres pays dont les Gouvernements sont parties à la présente Convention. Les Gouvernements parties à la présente Convention accorderont, le cas échéant, à la Société les autorisations nécessaires selon les modalités prévues par les règlements et accords applicables.

*b)* Les Gouvernements parties à la présente Convention accorderont à la Société, aussi libéralement que possible, les autorisations nécessaires pour lui permettre d'acquérir, de détenir et d'utiliser des monnaies qui ne sont pas visées au paragraphe *a)* du présent article.

*Article 10*

*a)* La Société pourra faire appel sans aucun obstacle ou limitation au personnel technique, employés et ouvriers qualifiés ressortissants des pays participants.

*b)* En particulier l'Etat du siège appliquera, le cas échéant, les dispositions relatives à l'immigration ou autres formalités d'enregistrement des étrangers, de manière telle qu'elles ne puissent mettre obstacle à l'engagement ni au rapatriement du personnel qualifié ressortissant des autres pays participants, sous réserve des exceptions fondées sur l'ordre public, la sécurité publique ou la santé publique.

*c)* Les personnes employées par la Société

*i)* jouiront du droit d'importer en franchise du pays de leur dernière résidence ou du pays dont elles sont ressortissantes, leur mobilier et leurs effets à l'occasion de leur première prise de fonctions dans le pays intéressé, et du droit à la cessation de leurs fonctions de réexporter en franchise leur mobilier et leurs effets sous réserve, dans l'un et l'autre cas, des conditions jugées nécessaires par le Gouvernement du pays où le droit est exercé ;

*ii)* jouiront du droit d'importer en franchise leur automobile affectée à leur usage personnel, acquise dans le pays de leur dernière résidence ou dans le pays dont elles sont ressortissantes, aux conditions du marché intérieur de celui-ci et de la réexporter en franchise, sous réserve, dans l'un et l'autre cas, des conditions jugées nécessaires par le Gouvernement du pays intéressé.

**PARTIE II**

*Article 11*

*a)* La Société fera rapport chaque année aux Gouvernements des pays participants sur le développement de la Société et sur sa situation financière.

*b)* Les rapports de la Société seront soumis à un Groupe Spécial du Comité de Direction de l'Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire (appelée ci-dessous le «Groupe spécial») composé des représentants des Gouvernements des pays participants.

*Article 12*

*a)* Le Groupe spécial examinera tous les problèmes intéressant en commun les Gouvernements parties à la présente Convention que pourrait soulever le fonctionnement de la Société et proposera les mesures qui se révéleraient nécessaires à cet égard.

*b)* S'il apparaissait ultérieurement que l'application de dispositions législatives dans l'Etat du siège ou dans un autre pays participant serait susceptible de soulever des difficultés pour l'accomplissement des opérations rentrant dans l'objet de la Société, le Groupe spécial proposera les mesures qui permettraient de régler ces difficultés dans l'esprit des dispositions de la présente Convention.

*c)* Les propositions formulées par le Groupe spécial en vertu du présent article sont adoptées à la majorité simple.

*Article 13*

*a)* Tout administrateur ou actionnaire de la Société pourra soumettre au Groupe spécial des difficultés qui surgiraient à l'occasion

*i)* du traitement des combustibles en provenance des pays participants ou de l'attribution des produits récupérés ;

*ii)* de l'utilisation des ressources de la Société pour le développement de la recherche ;

*iii)* de la communication des résultats de la recherche

*b)* Lorsqu'il sera saisi, le Groupe spécial prendra, à la majorité des trois quarts de ses membres, une décision qui sera obligatoire pour la Société.

*Article 14*

*a)* Seront subordonnées à l'approbation du Groupe spécial les modifications aux dispositions des Statuts relatives

– au siège de la Société (article 2) ;

– à son objet (article 3) ;

– aux conditions d'admission d'un nouvel actionnaire (article 8) ;

– à l'adoption des décisions de l'Assemblée générale (article 15) ;

– à la composition du Conseil d'administration (article 18) ;

– à l'adoption des décisions du Conseil d'administration (article 23) ;

– aux informations et brevets (article 26) ;

– à la période intérimaire (article 27) ;

*b)* Seront subordonnées à l'approbation du Groupe spécial les décisions de la Société relatives

*i)* à la prorogation de la durée de la Société ;

*ii)* à la conclusion de contrats relatifs au traitement de combustibles en provenance de pays non participants, ou à la livraison de produits fissiles spéciaux à ces pays ;

*iii)* à la construction de toute nouvelle usine par la Société et à la fixation de son emplacement, ainsi qu'à l'extension d'une usine existante conduisant à une nouvelle usine de grande dimension.

*c)* En cas de cession d'actions ou de droits de souscription à une personne ayant une nationalité autre que celle du cédant, le choix du cessionnaire sera soumis à l'approbation du Groupe spécial. Toutefois le Groupe spécial ne pourra pas s'opposer à la cession d'actions par un Gouvernement qui a déclaré son intention de donner préavis en vertu de l'article 18 *a)* de la présente Convention ou par des actionnaires, ressortissants de ce Gouvernement, aux Gouvernements parties à la présente Convention ou à leurs ressortissants.

*d)* Les décisions prises par le Groupe spécial en vertu du présent article sont adoptées à l'unanimité de ses membres.

*Article 15*

*a)* Seront également subordonnées à l'approbation du Groupe Spécial

*i)* Les modifications aux dispositions des statuts autres que celles prévues à l'article 14 ;

*ii)* toute augmentation ou réduction de capital qui aboutirait à modifier la répartition du capital entre les actionnaires.

*b)* Les décisions prises par le Groupe Spécial en vertu du présent article sont adoptées à la majorité des trois quarts de ses membres.

*Article 16*

Tout différend entre les gouvernements parties à la présente Convention, sera examiné par le Groupe Spécial et pourra être, à défaut de solution amiable, soumis par accord entre les Gouvernements intéressés au Tribunal créé par la Convention en date du 20 décembre 1957 sur l'Etablissement d'un Contrôle de Sécurité dans le Domaine de l'Energie Nucléaire[4].

---

[4] Partie III, article 12 à 15, in CDEN (1958) pp.173-174. L'article 16 n'a jamais été utilisé.

*Article 17*

*a)* La présente Convention est conclue pour une durée de quinze ans. Elle sera automatiquement prorogée pour des périodes de cinq ans, dans le cas où à la fin de la période précédente la Société est toujours en existence.

*b)* Toutefois la prorogation au-delà de la première période de cinq ans de tout ou partie des dispositions de l'article 7 et des paragraphes a) et b) de l'article 8 de la présente Convention sera subordonnée à une décision du Groupe spécial, adoptée à l'unanimité de ses membres, qui fixera la durée de cette prorogation.

*c)* La présente Convention cessera d'être en vigueur après la fin de la durée de la liquidation de la Société.

*Article 18*

*a)* Un Gouvernement partie à la présente Convention, qui n'est pas ou n'est plus actionnaire de la Société, pourra mettre fin en ce qui le concerne, après une période de quinze ans, à l'application de la présente Convention moyennant un préavis de trois mois adressé au Secrétaire général de l'Organisation Européenne de Coopération Economique.

*b)* Toutefois, dans le cas où ce pays serait l'Etat du siège ou un pays dans lequel est située une installation de la Société, la présente Convention ne prendra pas fin en ce qui le concerne, sauf si le siège ou l'installation de la Société se trouvait transféré dans un autre pays.

*Article 19*

*a)* Tout Gouvernement d'un pays membre ou associé de l'Organisation Européenne de Coopération Economique non Signataire de la présente Convention pourra y adhérer par notification adressée au Secrétaire général de l'Organisation, à condition d'être partie à la Convention en date du 20 décembre 1957 sur l'Etablissement d'un Contrôle de Sécurité dans le domaine de l'Energie Nucléaire.

*b)* Tout Gouvernement d'un autre pays non Signataire de la présente Convention pourra y adhérer par notification adressée au Secrétaire général de l'Organisation, à condition d'être partie à la Convention en date du 20 décembre 1957 sur l'Etablissement d'un Contrôle de Sécurité dans le domaine de l'Energie Nucléaire et avec l'accord du Groupe spécial donné à l'unanimité de ses membres. L'adhésion prendra effet à la date de cet accord.

*Article 20*

*a)* La présente Convention sera ratifiée. Les instruments de ratification seront déposés auprès du Secrétaire général de l'Organisation Européenne de Coopération Economique.

*b)* La présente Convention entrera en vigueur lorsqu'elle aura été ratifiée par le Gouvernement de l'Etat du siège et lorsque la part de capital social, attribuée en vertu de l'article 4 des Statuts aux Gouvernements ayant déposé leur instrument de ratification ou aux ressortissants de ces Gouvernements, représentera 80 % du capital de la Société.

*c)* Pour tout Signataire qui la ratifiera ultérieurement, la présente Convention entrera en vigueur dès le dépôt de l'instrument de ratification.

*Article 21*

Le Secrétaire général de l'Organisation Européenne de Coopération Economique donnera communication à tous les Gouvernements parties à la présente Convention et à la Société, de la réception des instruments de ratification, d'adhésion ou de préavis de retrait. Il leur notifiera également la date de l'entrée en vigueur de la présente Convention.

EN FOI DE QUOI, les Plénipotentiaires soussignés, dûment habilités, ont apposé leurs signatures au bas de la présente Convention.

FAIT à Paris, le 20 décembre 1957,

en français, en anglais, en allemand, en italien et en néerlandais, en un seul exemplaire qui restera déposé auprès du Secrétaire général de l'Organisation Européenne de Coopération Economique, qui en communiquera une copie certifiée conforme à tous les signataires.

*Annexe*

**Statuts de la société européenne pour le traitement chimique des combustibles irradiés (Eurochemic)** [5]

**Partie I**

*RAISON SOCIALE, OBJET, SIÈGE, DURÉE ET CAPITAL*

*Article 1*

Il est constitué, sous la raison sociale « Société Européenne pour le Traitement Chimique des Combustibles Irradiés (EUROCHEMIC)», une entreprise commune qui aura la forme d'une Société par actions régie par la Convention internationale relative à la Constitution de ladite Société (appelée ci-après la « Convention »), par les présents Statuts et, à titre subsidiaire, par la loi de l'Etat du siège.

*Article 2*

Le siège de la Société est à Mol (Belgique).

La Société est constituée pour une durée de quinze ans.

*Article 3*

La Société construira avant 1961 et exploitera une usine et un laboratoire destinés au traitement des combustibles irradiés ; elle assurera ainsi la mise au point de la technique et la formation des spécialistes dans ce domaine.

La Société exercera toute activité de recherche et d'ordre industriel, en vue de mettre les pays membres de l'Organisation Européenne de Coopération Economique[6] en mesure de procéder à des conditions économiques au traitement des combustibles utilisés dans leurs réacteurs nucléaires.

Dès qu'il apparaîtra que les quantités de combustibles irradiés que les pays membres de l'Organisation Européenne de Coopération Economique entendent envoyer pour traitement dans une installation commune risquent d'excéder la capacité de cette usine, la Société devra rechercher les moyens de faire face à des conditions économiques à la demande de ces pays.

*Article 4*

Le capital social de la Société est fixé à 20 millions d'unités de compte de l'Union Européenne de Paiements. Il est divisé en 400 actions d'une valeur nominale de 50.000 unités de compte chacune, intégralement souscrites à l'origine et réparties comme suit :

| | | |
|---|---|---|
| Le Gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne | 68 actions | 3.400.000 |
| Le Gouvernement de la République d'Autriche | 20 actions | 1.000.000 |
| Le Gouvernement du Royaume de Belgique | 44 actions | 2.200.000 |
| Le Gouvernement du Royaume de Danemark | 22 actions | 1.100.000 |
| Le Commissariat à l'Energie Atomique à Paris | 68 actions | 3.400.000 |
| Le Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari à Rome[7] | 44 actions | 2.200.000 |
| Le Gouvernement du Royaume de Norvège | 20 actions | 1.000.000 |
| Le Gouvernement du Royaume des Pays-Bas | 30 actions | 1.500.000 |
| La Junta de Energia Nuclear à Lisbonne[8] | 6 actions | 300.000 |
| Aktiebolaget Atomenergi à Stockholm[9] | 32 actions | 1.600.000 |

[5] Le texte établi à partir du texte de décembre 1957 est en caractère standard , les suppressions ultérieures sont entre parenthèses. ***Les modifications et ajouts ultérieurs sont en caractère italiques gras.*** Les modifications importantes sont datées en tête des articles , les autres sont datées en notes.

[6] L'Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE) a été reconstituée en Organisation de Coopération et de développement Economiques (OCDE) par la Convention relative à l'Organisation de Coopération et de développement Economiques qui est entrée en vigueur le 30 septembre 1961.

[7] En vertu de la loi du 11.08.1960 cette organisation a été dissoute; ses droits et obligations ont été repris par le Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN). En 1982 (loi n°84 du 6.3.1982), le CNEN a été réorganisé et dénommé Comitato Nazionale per la ricerca e per lo sviluppo dell' energia nucleare e delle energie alternative (ENEA).

[8] La Junta a cessé d'exister conformément aux décrets-lois n° 548/77 du 31.12.1977 et 361/79 du 1.9.1979. En application de l'Arrêté n° 126/78 du 31.5.1978, la participation portugaise à Eurochemic est désormais assurée par la Direction Générale de l'Energie du Ministère de l'Industrie et de la Technologie.

[9] Depuis le 5.6.1978 cette dénomination est changée en Studsvik Energiteknik AB avec siège social à Nyköping.

| | | |
|---|---|---|
| Le Gouvernement de la Confédération Suisse | 30 actions | 1.500.000 |
| Le Gouvernement de la République Turque | 16 actions | 800.000 |

*Article 4 bis (1959)* [10]

***Le capital social est porté à 21,5 millions d'unités de compte de l'Union Européenne de Paiements, divisé en 430 actions d'une valeur nominale de 50.000 unités de compte chacune. Les 30 actions nouvelles (1.500.000) sont attribuées à la Junta de Energia Nuclear à Madrid.***

*Article 4 ter (1963)* [11]

***Le capital social est porté à 28,95 millions d'unités de compte de l'Accord Monétaire Européen, divisé en 579 actions d'une valeur nominale de 50.000 unités de compte chacune. Les 149 actions nouvelles, intégralement souscrites, sont réparties comme suit :***

| | | |
|---|---|---|
| *Le Gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne* | *32 actions* | *1.600.000* |
| *Le Gouvernement de la République d'Autriche* | *5 actions* | *250.000* |
| *Le Gouvernement du Royaume de Belgique* | *36 actions* | *1.800.000* |
| *Le Gouvernement du Royaume de Danemark* | *5 actions* | *250.000* |
| *Le Commissariat à l'Energie Atomique à Paris* | *32 actions* | *1.600.000* |
| *La Junta de Energia Nuclear à Madrid* | *8 actions* | *400.000* |
| *Le Gouvernement du Royaume de Norvège* | *4 actions* | *200.000* |
| *Le Gouvernement du Royaume des Pays-Bas* | *9 actions* | *450.000* |
| *Aktiebolaget Atomenergi à Stockholm* [12] | *10 actions* | *500.000* |
| *Le Gouvernement de la Confédération Suisse* | *8 actions* | *400.000* |

***Les actions attribuées au Gouvernement du Royaume de Belgique en vertu du présent article, ne seront pas prises en considération dans les décisions qui interviendraient pour la couverture des déficits d'exploitation éventuels de la Société, et n'ouvriront pas droit à des bénéfices éventuels.***

*Article 4 quater (1964)* [13]

***Le capital social est porté à 35,75 millions d'unités de compte de l'Accord Monétaire Européen, divisé en 712 actions d'une valeur nominale de 50 000 unités de compte chacune et en 6 actions d'une valeur nominale de 25 000 unités de compte chacune.***

***Les actions nouvelles, intégralement souscrites, à savoir 133 actions d'une valeur nominale de 50 000 unités de compte et 6 actions d'une valeur nominale de 25 000 unités de compte sont réparties comme suit :***

| | | |
|---|---|---|
| *Le Gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne* | *28 actions de 50000*<br>*1 action de 25 000* | *1.425.000* |
| *Le Gouvernement de la République d'Autriche* | *5 actions de 50000* | *250.000* |
| *Le Gouvernement du Royaume de Belgique* | *22 actions de 50000* | *1.100.000* |
| *Le Gouvernement du Royaume de Danemark* | *5 actions de 50000*<br>*1 action de 25 000* | *275.000* |
| *Le Commissariat à l'Energie Atomique à Paris* | *28 actions de 50000*<br>*1 action de 25 000* | *1.425.000* |
| *La Junta de Energia Nuclear à Madrid* | *10 actions de 50000*<br>*1 action de 25 000* | *525.000* |

[10] Par décision de l'Assemblée générale du 28 juillet 1959, approuvée par le Groupe Spécial le 29 octobre 1959, cet article a été inséré.

[11] La décision de l'Assemblée générale du 18 juin 1963 d'insérer cet article a été approuvée par le Groupe Spécial du 27 juin 1963.

[12] Depuis le 5.6.1978 cette dénomination est changée en Studsvik Energiteknik AB avec siège social à Nyköping.

[13] La décision de l'Assemblée générale du 1er juillet 1964 d'insérer cet article a été approuvée par le Groupe spécial le 1er juillet 1964.

| | | |
|---|---|---|
| *Le Gouvernement du Royaume de Norvège* | *4 actions de 50000*<br>*1 action de 25 000* | *225.000* |
| *Le Gouvernement du Royaume des Pays-Bas* | *10 actions de 50000*<br>*1 action de 25 000* | *525.000* |
| *Aktiebolaget Atomenergi à Stockholm*[14] | *12 actions de 50000* | *600.000* |
| *Le Gouvernement de la Confédération Suisse* | *9 actions de 50000* | *450.000* |

*Article 4 quinquies (1975-1982)* [15]

***Le capital social est réduit à 33,275 millions d'unités de compte de l'Accord Monétaire européen, divisé en 663 actions d'une valeur nominale de 50 000 unités de compte chacune et en 5 actions d'une valeur nominale de 25 000 unités de compte chacune. Les 49 actions d'une valeur nominale de 50 000 unités de compte chacune et l'action d'une valeur nominale de 25 000 unités de compte, attribuées au Gouvernement du Royaume des Pays-Bas conformément aux articles 4, 4 ter et 4 quater, sont annulées par suite de leur cession à la Société.***

*Article 4 sexies (1980-1982)* [16]

***Le capital social est réduit à 32,475 millions d'unités de compte de l'Accord Monétaire européen, divisé en 647 actions d'une valeur nominale de 50 000 unités de compte chacune et en 5 actions d'une valeur nominale de 25 000 unités de compte chacune. Les 16 actions d'une valeur nominale de 50 000 unités de compte chacune, attribuées au Gouvernement de la République turque conformément à l'article 4, sont annulées par suite de leur cession à la Société.***

*Article 5*

Les actions de la Société sont libérées, lors de la constitution de la Société, à 20 pour cent. Les autres fractions seront libérées sur décision de l'Assemblée générale, en fonction des besoins de la Société et de l'avancement des travaux, compte-tenu de l'objectif fixé à l'article 3.

Dans le cas où un Signataire de la Convention ne serait pas en mesure de la ratifier dans un délai de six mois à compter de son entrée en vigueur, une Assemblée générale sera convoquée afin de décider des mesures à prendre pour assurer la souscription de la totalité du capital.

*Article 6*

Les actions sont nominatives.

Elles ne sont cessibles qu'avec l'accord de l'Assemblée générale. Toutefois l'Assemblée générale ne pourra pas s'opposer à la cession d'actions par un actionnaire à une personne ayant la même nationalité, pour autant que le gouvernement dont relève cette personne ait donné son approbation.

Si cependant un Gouvernement a déclaré son intention de donner préavis en vertu de l'article 18(a) de la Convention, l'Assemblée générale ne pourra pas s'opposer à la cession d'actions de ce Gouvernement ou des actionnaires ressortissant de ce Gouvernement aux Gouvernements parties à la Convention ou à leurs ressortissants.

La Société tient un registre des actions dans lequel sont inscrits le nom et le domicile des actionnaires. La Société ne reconnaît comme actionnaire que ceux qui sont inscrits dans ce registre.

---

14 Depuis le 5.6.1978 cette dénomination est changée en Studsvik Energiteknik AB avec siège social à Nyköping.

15 La décision de l'Assemblée générale du 11 septembre 1975 d'insérer cet article a été approuvée par le Groupe spécial le 30 juin 1982.

16 La décision de l'Assemblée générale du 2 juillet 1980 d'insérer cet article a été approuvée par le Groupe spécial le 30 juin 1982.

*Article 6 bis (1969)* [17]

***Des parts bénéficiaires sont attribuées aux actionnaires qui versent des contributions aux dépenses d'exploitation de la Société ainsi qu'aux actionnaires ressortissant d'un gouvernement qui verse de telles contributions et qui sont désignés par lui, à raison d'une part pour chaque versement de 5000 unités de compte de l'Accord Monétaire Européen.***

***Des parts bénéficiaires seront attribuées le 1er juillet 1969 pour un montant égal à celui des contributions versées à cette date, puis le 1er juillet de chaque année pour un montant égal à celui des contributions versées au cours de la période d'un an qui précède. Les fractions de contributions inférieures à 5000 u/c AME ne donneront pas lieu à l'attribution de parts bénéficiaires. Les montants de contributions qui n'auront pas donné lieu à l'attribution d'une part bénéficiaire seront pris en compte lors des attributions ultérieures.***

***Les parts bénéficiaires sont incessibles.***

***La Société tient un registre des parts bénéficiaires dans lequel sont inscrits le nom et le domicile des actionnaires auxquels elles sont attribuées.***

*Article 7*

Le capital de la Société peut être augmenté, par la création d'actions nouvelles en représentation d'apports en nature ou en espèce, ou diminué à la suite d'un vote de l'Assemblée générale. En cas d'augmentation du capital, chaque actionnaire a le droit de souscrire les nouvelles actions au prorata du nombre total des actions possédées par lui au moment de cette augmentation, sous réserve des dispositions de l'article 8. Si un droit de souscription n'est pas exercé, ce droit peut être cédé à un autre actionnaire avec l'accord de l'Assemblée générale, sans que celle-ci puisse s'opposer à la cession dans le cas prévu à la deuxième phrase du deuxième paragraphe de l'article 6.

L'Assemblée générale fixe les conditions d'émission des nouvelles actions et les règles relatives à la libération en nature de ces actions.

*Article 8*

Tout Gouvernement ou personne relevant d'un Gouvernement partie à la Convention peut être admis comme actionnaire de la Société, soit par voie de cession d'action, soit par voie de souscription à une augmentation de capital. Dans ce cas tout ou partie des actions nouvelles sont attribuées au nouvel actionnaire par décision de l'Assemblée générale.

**Partie II**

## *ASSEMBLÉE GÉNÉRALE*

*Article 9*

Les organes de la Société sont l'Assemblée générale et le Conseil d'administration, qui remplissent leurs fonctions sous réserve des pouvoirs reconnus au Groupe spécial institué par la Convention.

*Article 10*

L'Assemblée générale se compose de tous les actionnaires de la Société. Un représentant de l'Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire[18] et un représentant de la Communauté Européenne de l'Energie Atomique (Euratom) participent à l'Assemblée générale à titre consultatif.

---

[17] Par décision de l'Assemblée générale du 26 juin 1969, approuvée par le groupe spécial le 16 décembre 1969, l'article 6 bis et le deuxième paragraphe de l'article 30 ont été insérés , et les articles 14,15 (1er au 3e paragraphes), 18 (5e paragraphe), 23(2e paragraphe), 28 (2e paragraphe) et 31 (2e et troisième paragraphes) ont été modifiés.

[18] Ce titre a été changé en "Agence de l'OCDE pour l'Energie Nucléaire" par une Décision du Conseil de l'OCDE du 17 mai 1972.

L'Assemblée générale est l'organe supérieur de la Société et a les attributions suivantes :

1. Elle nomme les membres du Conseil d'Administration et leurs suppléants et fixe la rémunération des membres du Conseil d'administration.
2. Elle nomme les commissaires vérificateurs.
3. Elle modifie les présents statuts.
4. Elle décide de la libération de nouvelles fractions du capital.
5. Elle décide de toute augmentation ou réduction du capital social.
6. Elle prend toutes décisions relatives aux cessions d'actions et de droits de souscription.
7. Elle prononce la prorogation de la durée de la Société.
8. Elle prononce la dissolution de la Société.
9. Elle nomme les liquidateurs.
10. Elle approuve le règlement de gestion visé à l'article 21.
11. Elle prend connaissance du rapport des commissaires vérificateurs, examine et approuve le rapport de gestion, le bilan et le compte de profits et pertes, statue sur l'emploi du bénéfice net et donne décharge de leur gestion aux administrateurs.
12. Elle approuve le rapport annuel aux Gouvernements des pays participants.
13. Elle fixe le montant maximum des emprunts pouvant être conclus dans une période déterminée.
14. Elle statue sur toutes les autres questions qui lui sont réservées par la loi, ou qui lui sont soumises par le Conseil d'administration.

*Article 11*

L'Assemblée générale se réunit pour la première fois dans le mois qui suit l'entrée en vigueur des présents statuts, sur convocation du Secrétaire général de l'Organisation Européenne de Coopération Economique[19].

L'Assemblée générale ordinaire se réunit chaque année sur convocation du Conseil d'Administration dans les six mois suivant la clôture de l'exercice.

*Article 12*

Des Assemblées générales extraordinaires sont convoquées :

1. Par décision de l'Assemblée générale ou du Conseil d'Administration ;
2. A la demande du Groupe spécial prévu à l'article 11 de la Convention ;
3. A la demande du collège des commissaires vérificateurs ;
4. A la demande d'un ou de plusieurs actionnaires dont les actions représentent ensemble un dixième au moins du capital social. Cette demande est faite par écrit en indiquant le but visé.

La convocation d'une Assemblée générale extraordinaire et son organisation suivent les mêmes formes que celles de l'Assemblée générale ordinaire.

*Article 13*

Les actionnaires sont convoqués à l'Assemblée générale par lettre recommandée, deux semaines au moins avant la date de la séance.

La lettre de convocation doit indiquer l'ordre du jour, et, si celui-ci implique une modification des présents statuts, (points 3, 5, 7 et 8 de l'article 10), la teneur essentielle de la modification proposée.

Il ne peut être pris aucune décision sur des objets ne figurant pas à l'ordre du jour, si ce n'est sur une proposition faite en séance de convoquer une Assemblée générale extraordinaire.

Les Assemblées générales se tiennent au siège de la Société, sauf décision contraire du Conseil d'administration.

---

[19] Organisation de Coopération et de développement Economiques (OCDE)depuis le 30 septembre 1961.

*Article 14 (en partie 1969)* [20]

Les actionnaires exercent leur droit de vote à l'Assemblée générale proportionnellement à la valeur nominale de toutes les actions (qui leur appartiennent. Toute action donne droit à un vote.) ***et au nombre de toutes les parts bénéficiaires qui leur appartiennent. Toute action d'une valeur nominale de 50.000 unités de compte de l'Accord Monétaire Européen donne droit à dix voix, toute action d'une valeur nominale de 25.000 unités de compte donne droit à cinq voix et toute part bénéficiaire donne droit à une voix.***

*Article 15 (en partie 1969)* [21]

L'Assemblée générale délibère valablement sur première convocation lorsque la majorité des actions ***et parts bénéficiaires*** est représentée. A défaut par l'Assemblée générale de réunir ce quorum, il en est convoqué une seconde, avec préavis minimum de deux semaines, laquelle délibère valablement quel que soit le nombre des actions ***et parts bénéficiaires*** représentées.

L'Assemblée générale prend ses décisions à la majorité des voix des actions ***et parts bénéficiaires*** représentées.

Dans les cas énumérés sous les points 3 à 8 et 13 de l'article 10, les décisions requièrent une majorité des deux tiers (du capital social) ***des voix des actions et parts bénéficiaires.***

Les votes ont lieu à main levée, à moins qu'un actionnaire ne demande le scrutin secret.

*Article 16*

L'Assemblée générale est présidée par le président du Conseil d'administration ou, en cas d'empêchement de celui-ci, par l'un des vice-présidents ou, à défaut, par l'un des administrateurs, désigné par le Conseil.

L'Assemblée générale nomme, au scrutin à main levée, deux scrutateurs. Elle nomme également un secrétaire, qui n'est pas obligatoirement actionnaire.

*Article 17*

Les délibérations et les décisions de l'Assemblée générale sont consignées dans un procès-verbal.

Le procès-verbal est signé par le président de séance, les scrutateurs et le secrétaire.

Les expéditions ou les extraits sont signés par le président du Conseil ou l'un des vice-présidents.

**Partie III**

***CONSEIL D'ADMINISTRATION***

*Article 18*

Le Conseil d'administration est chargé de diriger les affaires de la Société.

Le Conseil d'administration est composé de 15 ***(16)*** administrateurs. Les administrateurs et leurs suppléants sont désignés par l'Assemblée générale sans condition de nationalité. Un représentant de l'Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire[22] et un représentant de la Communauté Européenne de l'Energie Atomique (Euratom) participent aux séances du Conseil d'administration à titre consultatif[23].

Chaque actionnaire ou chaque groupe d'actionnaires possédant un nombre d'actions correspondant au moins à 5 pour cent (des actions) ***du capital initial*** de la Société a droit à un siège au Conseil d'administration et propose à l'Assemblée générale la désignation d'un administrateur et d'un suppléant.[24]

Les administrateurs et leurs suppléants sont désignés pour une période de trois ans. Ils sont rééligibles. Après la première période de trois ans, le renouvellement du Conseil est effectué par tiers chaque année. A cet effet, lors de l'Assemblée générale qui suivra l'expiration du troisième exercice social, il sera procédé par voie de tirage au sort à la désignation des administrateurs sortant à la fin des quatrième et cinquième exercices sociaux.

---

[20] Par décision de l'Assemblée générale du 26 juin 1969, approuvée par le groupe spécial le 16 décembre 1969, l'article 14 a été modifié.

[21] Par décision de l'Assemblée générale du 26 juin 1969, approuvée par le groupe spécial le 16 décembre 1969, l'article 15 (1er au 3ième paragraphes) a été modifié.

[22] "Agence de l'OCDE pour l'Energie Nucléaire" par une décision du Conseil de l'OCDE du 17 mai 1972

[23] Par décision de l'Assemblée générale du 28 juillet 1959, approuvée par le Groupe Spécial le 29 octobre 1959, le 2ème paragraphe de l'article 18 a été modifié.

[24] Par décision de l'Assemblée générale du 28 juillet 1959, approuvée par le Groupe Spécial le 29 octobre 1959, le 3ème paragraphe de l'article 18 a été modifié.

(Tous les administrateurs ont un droit de vote égal.)***Chaque administrateur a un droit de vote proportionnel aux voix de l'actionnaire ou du groupe d'actionnaires qui ont proposé sa désignation, déterminées conformément à l'article 14 des présents statuts***[25].

*Article 19*

L'élection des administrateurs et de leurs suppléants a lieu à l'Assemblée générale ordinaire. Il en est de même, le cas échéant, des élections complémentaires, à moins que la nomination immédiate d'un nouveau titulaire à un siège vacant ne soit demandée par un actionnaire. Dans ce cas le Conseil d'administration est tenu de convoquer, sans retard, une Assemblée générale extraordinaire pour procéder à l'élection complémentaire.

*Article 20*

Le président et les vice-présidents du Conseil d'administration sont désignés chaque année par le Conseil d'administration. Ils sont rééligibles. Le Conseil désigne un secrétaire, qui peut être pris en dehors de ses membres.

En cas d'empêchement du président, la présidence du Conseil est assurée par l'un des vice-présidents, ou, à défaut, par le plus âgé des administrateurs présents à la réunion.

*Article 21*

Le Conseil d'administration statue sur toutes les affaires qui ne sont pas attribuées à un autre organe de la Société.

Le Conseil d'administration est autorisé à déléguer tout ou partie de la gestion de la Société à un ou plusieurs de ses membres, qui ne sont pas nécessairement administrateurs. Il établit un règlement de gestion déterminant les droits et les obligations du Conseil d'administration, de ses délégués et de la Direction.

Dans ce règlement, qui doit être approuvé par l'Assemblée générale, le Conseil d'administration doit cependant réserver à sa propre décision :

1. La composition de la Direction, la fixation des conditions d'engagement et la révocation des membres de celle-ci et l'acceptation de leur démission.
2. La désignation des administrateurs autorisés à signer au nom de la Société, ainsi que l'attribution du droit de signature à des personnes ne faisant pas partie du Conseil d'administration (directeurs, fondés de pouvoir).
3. La désignation du Directeur général de la Société.
4. La conclusion d'emprunts, quelle qu'en soit la forme, dans les limites fixées par l'Assemblée générale.
5. La conclusion des contrats relatifs au traitement des combustibles irradiés ou à l'attribution des produits fissiles spéciaux récupérés.
6. La conclusion des contrats relatifs aux brevets, titres de protection provisoires ou modèles d'utilité, qui sont la propriété de la Société.
7. Les arrangements nécessaires pour l'exercice du contrôle de sécurité et généralement de tous les arrangements avec l'Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire[26]
8. La construction de toute nouvelle usine par la Société et la fixation de son emplacement, ainsi que l'extension d'une usine existante conduisant à une usine de grande dimension.
9. L'établissement du rapport de gestion, du rapport annuel aux Gouvernements des pays participants, du bilan annuel et de la teneur des propositions à soumettre à l'Assemblée générale. (Il fera examiner les comptes par des experts comptables étrangers à la gestion de la Société).[27]

---

[25] Par décision de l'Assemblée générale du 26 juin 1969, approuvée par le groupe spécial le 16 décembre 1969, l'article 18 (5ième paragraphe)a été modifié.

[26] "Agence de l'OCDE pour l'Energie Nucléaire" par une Décision du Conseil de l'OCDE du 17 mai 1972.

[27] Dernière phrase supprimée par décision de l'Assemblée générale du 25 février 1960, approuvée par le Groupe spécial le 1er juin 1960.

*Article 22*

Le Conseil d'administration se réunit, sur convocation de son président ou de l'un des vice-présidents, aussi souvent que les affaires l'exigent, au moins une fois par trimestre. Les convocations se font par lettres recommandées, accompagnées de l'ordre du jour et adressées au moins huit jours à l'avance.

Le président est tenu de convoquer le Conseil sur demande écrite d'un administrateur, faisant connaître la question dont il désire l'inscription à l'ordre du jour. Dans un tel cas, la séance doit avoir lieu au plus tard dans les deux semaines qui suivent la réception de la lettre de demande.

La convocation précise le lieu de la séance.

Un administrateur empêché d'assister à la réunion, et dont le suppléant est empêché, peut émettre son vote par écrit ou se faire représenter par un autre administrateur ou suppléant auquel il délègue expressément son droit de vote. Tout administrateur ou suppléant ne peut représenter qu'un seul de ses collègues.

Dans les cas urgents, les décisions peuvent être prises par lettre ou télégramme, à moins que la décision en séance ne soit requise par l'un des administrateurs.

*Article 23* [28]

Le Conseil d'administration ne peut délibérer ni prendre de décisions valables s'il n'a été convoqué régulièrement et si la majorité des administrateurs n'est présente ou représentée par des suppléants ou par procuration.

Les décisions du Conseil sont prises à la majorité (des voix) des administrateurs présents ou représentés par des suppléants ou par procuration. En cas d'égalité des voix, celle du président de séance est prépondérante. Par exception, pour les décisions portant sur les points 3 à 8 de l'article 21, une majorité des deux tiers ( des voix ) est requise.

*Article 24*

Les délibérations et les décisions du Conseil d'administration sont consignées dans un procès-verbal.

Le procès-verbal est signé par le président de séance et par le secrétaire.

Les expéditions ou les extraits sont signés par le président ou l'un des vice-présidents.

*Article 25*

La rémunération des administrateurs est fixée par l'Assemblée générale.

**Partie IV**

***INFORMATIONS ET BREVETS***

*Article 26*

*a.* Les actionnaires ont communication des résultats des recherches scientifiques et des connaissances résultant du fonctionnement de la Société, sous réserve des informations communiquées à la Société et dont elle n'a pas la libre disposition. Toutefois cette obligation n'empêche pas la Société de prendre les mesures nécessaires pour assurer la protection de ses inventions.

*b.* Les résultats et connaissances visés au paragraphe précédent sont diffusés par des rapports aux actionnaires qui peuvent, en outre, envoyer dans les installations de la Société des stagiaires dont la rémunération est à leur charge. Les règles relatives à l'admission des stagiaires sont élaborées par le Conseil d'administration. Le nombre maximum des stagiaires pour chaque actionnaire est déterminé en tenant compte de sa participation dans le capital social.

*c.* Les actionnaires ont le droit d'acquérir des licences non exclusives sur les brevets, titres de protection provisoire ou modèles d'utilité qui sont la propriété de la Société. Il ont le droit également d'acquérir des sous-licences des licences dont la Société bénéficie avec la faculté de concéder des sous-licences. Les conditions de ces licences et sous-licences seront fixées sans discrimination pour tous les actionnaires intéressés.

*d.* la communication par les actionnaires des informations obtenues de la Société ainsi que l'octroi par des actionnaires ayant obtenu une licence de la Société de sous-licences à des tiers, est soumise au Conseil d'administration. Toutefois le Conseil d'administration ne peut pas s'opposer à la communication

[28] Suppressions décidées par décision de l'Assemblée générale du 26 juin 1969, approuvée par le groupe spécial le 16 décembre 1969.

d'informations ou à l'octroi d'une sous-licence par un Gouvernement ou une institution publique à une entreprise qui entreprendrait d'exploiter, dans son pays, les informations ou l'invention en cause.

*e.* Les employés et stagiaires de la Société ne pourront communiquer sans autorisation les informations qu'ils auront pu recueillir sur les travaux de la Société.

**Partie V**

***COMPTES LIQUIDATION***

*Article 27*

La Société prendra à sa charge les droits et obligations contractées et remboursera les dépenses spéciales encourues par l'Organisation Européenne de Coopération Economique[29] pour la réalisation de l'objet de la Société.

*Article 28*

Les comptes de la Société sont vérifiés par un collège de trois commissaires vérificateurs élus par l'Assemblée générale pour une durée de trois ans ***et rééligibles. Le collège est renouvelé par tiers tous les ans. Le mandat des premiers commissaires vérificateurs est fixé respectivement à un an, deux ans et trois ans, par voie de tirage au sort*** [30].

Tout actionnaire ou groupe d'actionnaire représentant 20 pour cent du capital social, ***ainsi que tout porteur de parts bénéficiaires ou groupe de porteurs de parts bénéficiaires représentant 20 pour cent du nombre total des parts bénéficiaires,*** peuvent exiger la désignation d'un commissaire vérificateur additionnel[31].

Les commissaires vérificateurs ont notamment pour mission de vérifier si le bilan et le compte de profits et pertes sont conformes aux livres comptables, si ces derniers sont tenus avec exactitude et si l'état de la fortune sociale et des résultats de la gestion financière de la Société répond aux règles régissant cette dernière en vertu de l'article 1.

Pour l'accomplissement de leur mission, les commissaires vérificateurs ont le droit de consulter les livres comptables et tous documents justificatifs. Le bilan et le compte de profits et pertes doivent leur être soumis trente jours au moins avant la date de l'Assemblée générale.

Ils font à l'Assemblée générale appelée à statuer sur les comptes un rapport écrit, avec leurs propositions.

*Article 29*

Les comptes et le bilan de la Société sont arrêtés à la fin de chaque année civile.

Le bilan doit être établi conformément aux principes reconnus d'une saine gestion commerciale.

*Article 30*

Sur le bénéfice apparaissant après déduction des amortissements, il est attribué tout d'abord une part de 5 pour cent au fonds de réserve ordinaire, jusqu'à ce que celui-ci atteigne un cinquième du capital social déjà versé. le fonds de réserve ne peut être mis à contribution que pour la couverture des déficits.

***Le bénéfice net est réparti entre les actionnaires proportionnellement au montant nominal des actions et au montant des parts bénéficiaires qui leur appartiennent. A cet effet, le montant des parts bénéficiaires est calculé sur la base forfaitaire de 5.000 u/c AME par part*** [32].

*Article 31*

En cas de dissolution de la Société, celle-ci entre en liquidation. Elle est, dès lors, réputée exister pour sa liquidation.

---

[29] Ce titre a été changé en "Agence de l'OCDE pour l'Energie Nucléaire" par une décision du Conseil de l'OCDE du 17 mai 1972

[30] Par décision de l'Assemblée générale du 25 février 1960, approuvée par le Groupe spécial le 1er juin 1960, le 1er paragraphe de l'article 28 a été modifié.

[31] Par décision de l'Assemblée générale du 26 juin 1969, approuvée par le groupe spécial le 16 décembre 1969, l'article 28 (2ième paragraphe)a été modifié.

[32] Par décision de l'Assemblée générale du 26 juin 1969, approuvée par le groupe spécial le 16 décembre 1969, le deuxième paragraphe de l'article 30 a été inséré.

Cette liquidation est effectuée par (un Collège) de(s) liquidateurs désignés par l'Assemblée générale. (Tout actionnaire ou groupe d'actionnaires représentant 20 pour cent du capital social peut exiger la désignation d'un liquidateur. Les liquidateurs ont les pouvoirs les plus étendus pour réaliser l'actif de la Société). ***Chaque porteur de parts bénéficiaires a droit à un siège au Collège des liquidateurs et propose à l'Assemblée générale la désignation d'un liquidateur et d'un suppléant. Chaque liquidateur a un droit de vote proportionnel au nombre de voix attribué, conformément à l'article 14, aux actions et aux parts bénéficiaires détenues par des ressortissants de son pays***[33].

Après extinction du passif et remboursement des actions, le solde disponible est réparti aux actionnaires au prorata du montant nominal des actions ***et du montant des parts bénéficiaires*** leur appartenant. ***A cet effet, le montant des parts bénéficiaires est calculé sur la base forfaitaire de 5.000 u/c AME par part***[34].

*Article 32*

Lors de la liquidation, un accord interviendra avec le Gouvernement de l'Etat du siège et éventuellement avec les Gouvernements des pays dans lesquels seraient situées des installations de la Société, en ce qui concerne la reprise éventuelle de tout ou partie des installations ainsi que le stockage et la surveillance des déchets radioactifs.

**Partie VI**

*CLAUSES FINALES*

*Article 33*

Les communications aux actionnaires sont faites par lettre recommandée.

Les publications officielles ont lieu par la voie du *Moniteur belge*.

Pour toutes autres publications, le Conseil d'administration décide de quelle manière elles doivent êtres faites et désigne, le cas échéant, les journaux où elles paraîtront.

*Article 34*

Toute modification apportée aux présents Statuts est notifiée au Gouvernement de l'Etat du siège.

*Article 35*

Les présents Statuts entreront en vigueur en même temps que la Convention.

FAIT à Paris, le 20 décembre 1957, en français, en anglais, en allemand, en italien et en néerlandais, en un seul exemplaire qui restera déposé auprès du Secrétaire général de l'Organisation Européenne de Coopération Economique[35], qui en communiquera une copie certifiée conforme à tous les actionnaires ayant souscrit les présents Statuts.

---

[33] La décision de l'Assemblée générale du 30 juin 1982 de modifier ce paragraphe a été approuvée le même jour par le Groupe spécial.

[34] Par décision de l'Assemblée générale du 26 juin 1969, approuvée par le groupe spécial le 16 décembre 1969, l'article 31 (2ième et troisième paragraphes) a été modifié.

Le 3 juin 1964 était proposée la modification suivante, qui visait les pays n'ayant pas souscrit les augmentations de capital, mais qui ne fut pas reprise dans la mesure où elle lèsait les intérêts des entreprises privées actionnaires : "Après extinction du passif, ***les actions sont remboursées, étant entendu que les actions nouvelles visées aux articles 4 ter et 4 quater sont remboursées par priorité, et*** le solde...." AG/64(2) et AG/M/64(2).

[35] Organisation de Coopération et de développement Economiques (OCDE) depuis le 30 septembre 1961.

*ANNEXE 2*

## Synthèse des bilans de la Société

### *A. Statistiques pour la période intérimaire (mai 1958-mai 1959)* [36]

**Valeurs monétaires en millions de FB courants.**

Tableau 126. **Evolution des effectifs de mai 1958 à 1959**

| Date | 17/05/58 | 1/06/58 | 1/07/58 | 28/06/58 | 1/10/58 | 14/2/59 | Mai 1959 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Personnel effectivement employé | 9,5 | 14 | 16 | 20 | 29 | 39 | 42 |

Tableau 127. **Dépenses cumulées en millions de FB courants**

| Date | 14/05/58 | 16/06/58 | 30/09/58 | 14/02/59 | 15/05/59 |
|---|---|---|---|---|---|
| Total | 0,309 | 0,932 | 4,100 | 10,016 | 15,866 |
| Frais de personnel | 0,292 | 0,790 | 2,477 | 5,360 | 7,918 |
| Dépenses de matériel et fonctionnement des services | 0,017 | 0,090 | 0,981 | 2,092 | 3,190 |
| Dépenses de premier établissement | | | 0,167 | 1,203 | 2,071 |

**Synthèse des bilans annuels 1959-1990** [37]

Valeurs monétaires en millions de FB courants.

Tableau 128. **Synthèse des bilans annuels de la création de la société à l'inauguration de l'usine : 1959-1965**

| Année | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Total du bilan | 1083,95 | 1089,10 | 1084,08 | 1132,49 | 1628,55 | 2024,54 | 2074,61 |
| Total résultat | | 40,6 | 54,05 | 79,1 | 98,22 | 142,09 | 224,8 |
| Pertes de l'exercice | 31,22 | 33,67 | 44,44 | 65,75 | 86,07 | 54,48 | 91,2 |
| Prestations de service nucléaire | | | | | | | |
| Subventions d'équipement reçues | | | | | | | |
| Contributions OCDE | | | | | | 77,77 | 116,5 |
| Frais de personnel | 15,60 | 22,53 | 36,19 | 52,47 | 68,75 | 84,97 | 99,44 |
| Effectifs | 37 | 75 | 131 | 195 | 271 | 292 | 360 |

36 Source: Progress reports 1958-1959.

37 Sources: 1958-1959: Progress Reports. 1959 Rapport de gestion du 15 juin 1960. 1960-1990: Rapports de Gestion. Pour Belgoprocess, Rapports annuels de l'ONDRAF et de Belgoprocess.

Tableau 129. **Synthèse des bilans annuels pendant la période de retraitement : 1966-1974**

| Année | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Total du bilan | 2016,84 | 2056 | 2081 | 2103 | 2117,71 | 2127,9 | 2187,2 | 2161,38 | 2247,99 |
| Total résultat | 296,11 | 410 | 412 | 420 | 417,99 | 397,92 | 329,31 | 567,82 | 373,92 |
| Pertes de l'exercice | 117,9 | 240 | 194 | 218,4 | 113,88 | 165,24 | 73,91 | 228,21 | 28,66 |
| Prestations de service nucléaire | 16,38 | 69,1 | 39,4 | 58,28 | 28,45 | 104,74 | 80,61 | 71,26 | 32,84 |
| Subventions d'équipement reçues | | | | | | 70 | 100 | 64 | 120 |
| Contributions OCDE | 150 | 75,7 | 155 | 120 | 223,75 | 105 | 145 | 155,16 | 282,23 |
| Frais de personnel | 112,03 | 122 | 123 | 124,1 | 122,38 | 128,1 | 132,72 | 151,6 | 184,26 |
| Effectifs | 378 | 364 | 354 | 326 | 310 | 301 | 234 | 234 | 170 |

Tableau 130. **Synthèse des bilans annuels pendant la période de gestion des déchets : 1975-1984**

| Année | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 [38] | 1983 | 1984 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Total du bilan | 2454 | 2612 | 592,7 | 736,21 | 827,93 | 967,3 | 942 | 966,33 [39] | 1416,44 | 1636,4 |
| Total résultat | 466 | 384 | 732,3 | 474,13 | 612,6 | 591,84 | 699,0 | [40] | 595,13 | 753,17 |
| Pertes de l'exercice | 57,4 | 0,01 | | | | | | | | |
| Prestations de service nucléaire | 1,29 | 2,14 | 0 | | | | | | | |
| Subventions d'équipement reçues (1977 subsides en capital) | 253 | 392 | 117,6 | 168,5 | 289,5 | 361 | 332 | 718,07 | 634,69 | 1036,6 |
| Contributions OCDE 1977: autres produits d'exploitation et contributions | 446 | 345 | 351,4 | 346,37 | 489,62 | 415,28 | 493,2 | 574,70 [41] | 279,98 | 53,89 |
| Frais de personnel | 228 | 190 | 180,7 | 223,88 | 254,67 | 296,05 | 346,3 | 367,07 | 393,61 | 518,8 |
| Effectifs | 170 | 175 | 190 | 193 | 208 | 205 | 200 | 226 | 226 | 159 |

Tableau 131. **Synthèse des bilans annuels du transfert du site à Belgoprocess jusqu'à la dissolution de la société : 1985-1990**

| Année | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Total du bilan | 1493 | 4321 | 1790 | 1151,122 | 655,40 | 40,32 [42] |
| Total résultat | 714 | 1681 | 632,1 | 314,063 | 62,03 | 150,48 |
| Pertes de l'exercice | | | | | | |
| Prestations de service nucléaire | | | | | | |
| Subsides en capital | 971 | 0 | | | | |
| Autres produits d'exploitation et contributions | 504 | 504 | 501,9 | 482,96 | 445,61 | 420 |
| Frais de personnel[43] | | | | | | |
| Effectifs de la Société Eurochemic | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Effectifs de Belgoprocess | 178 | 175 | 169 | 182 | 274 | 297 |

38 Statistiques incomplètes du fait de l'entrée en liquidation en juillet 1982.

39 Total du bilan à la fin de 1982.Le total du bilan d'ouverture de liquidation était de 1351 M FB.

40 808,05 le 27 juillet, 276,05 le 31 décembre.

41 Période du premier janvier au 27 juillet.

42 Solde après liquidation.

43 Pour des raisons de confidentialité, les frais de personnels ne sont pas indiqués.

## *ANNEXE 3*

# Effectifs et composition du personnel par catégories et nationalités Eurochemic (1959-1984)

Tableau 132. **Effectifs globaux de 1959 à 1986**
*(à partir de 1985 pour Belgoprocess)*

| Année | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Effectifs | 37 | 75 | 131 | 195 | 271 | 292 | 360 | 378 | 364 | 354 | 326 |
| Année | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 |
| Effectifs | 310 | 301 | 234 | 234 | 170 | 170 | 175 | 190 | 193 | 208 | 205 |
| Année | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | *1985* | *1986* | *1987* | *1988* | *1989* | *1990* | |
| Effectifs | 200 | 226 | 226 | 159 | *178* | *175* | *169* | *182* | *274* | *297* | |

Tableau 133(a, b, c, d). **Evolution du personnel par catégorie et nationalité de 1961 à 1984**

***Note sur la signification des lettres :***

*A: ancienne catégorie «Directeur» + I; puis >480 (indice)*

*B: ancienne catégorie II et II bis, plus dessinateurs du III; puis 265-470*

*C: ancienne catégorie III sauf dessinateurs; puis 145-260*

*D: ancienne catégorie IV, puis 100-142.*

*Catégories I, II, III, IV: 1961*

*Catégories I II II bis III IV: 1963*

*Catégories à 4 niveaux d'indices: 1966-1967*

*En 1969, fusion des catégories III et IV dans 100-260, notée en CD*

*Après 1969,plus de 10 niveaux de salaires regroupés en 3 groupes (dénommés par l'auteur par souci de continuité statistique):A:10 et au-delà. B:8 et 9; CD:1 à 7.*

*Définitions des nouvelles catégories en 1970 :*

*10 :* *Directeurs, diplômés de l'Université et équivalents ;*

*8 et 9 :* *Senior technicians, senior administrative assistants ;*

*1 à 7 :* *Workmen, process workers, craftsmen, operators, technicians, analysts, draughtmen, guards, typists, clerks, secretaries, supervisors, administrative assistants.*

| Tableau 133(a) | 1961 | | | | 1963 | | | | 1966 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | A | B | C | D | A | B | C | D |
| Allemagne | 1 | 3 | 8 | 3 | 5 | 4 | 9 | 8 | 3 | 10 | 16 | |
| Autriche | | 1 | | | | 3 | | | 1 | 4 | | |
| Belgique | 1 | 5 | 35 | 23 | 1 | 9 | 55 | 78 | 6 | 24 | 96 | 89 |
| Danemark | | 2 | | | 2 | 2 | 1 | | 2 | 1 | | |
| Espagne | | 3 | 5 | | 1 | 2 | 17 | | 3 | 1 | 15 | 1 |
| France | 5 | 2 | 1 | 4 | 5 | 3 | 3 | 9 | 5 | 7 | 18 | |
| Irlande | | | | | | | | | | | 1 | |
| Italie | | 3 | 6 | | | 6 | 4 | 1 | 2 | 1 | 10 | |
| Norvège | | 1 | | 1 | 1 | 4 | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| Pays-Bas | 1 | 2 | 4 | | | 6 | 6 | 1 | 2 | 12 | 25 | |
| Portugal | | | | | | 1 | 2 | | | | 2 | 1 |
| Royaume-Uni | | | 2 | 1 | | 2 | | 6 | 1 | 1 | 5 | 1 |
| Suède | | 3 | | | 2 | 4 | | | | 1 | 1 | |
| Suisse | 2 | | 1 | | 2 | 1 | | 2 | 2 | 2 | | |
| Turquie | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | 2 | |
| *Total* | *11* | *26* | *62* | *32* | *19* | *48* | *98* | *106* | *28* | *65* | *193* | *92* |

| Tableau 133(b) | 1967 | | | | 1968 | | | | 1969 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | A | B | C | D | A | B | CD |
| Allemagne | 3 | 9 | 14 | | 3 | 10 | 13 | | 2 | 8 | 7 |
| Autriche | 1 | 4 | | | 1 | 3 | | | | 1 | |
| Belgique | 6 | 26 | 126 | 48 | 6 | 26 | 143 | 41 | 4 | 25 | 178 |
| Danemark | 1 | 1 | | | | 1 | | | | 1 | |
| Espagne | 2 | 2 | 17 | | 2 | 2 | 16 | | 2 | 1 | 17 |
| France | 6 | 6 | 18 | 1 | 3 | 7 | 16 | 1 | 1 | 7 | 17 |
| Irlande | | | | | | | | | | | |
| Italie | 2 | 1 | 11 | | 2 | | 7 | | 1 | | 7 |
| Norvège | 1 | 1 | 2 | | 1 | 1 | 3 | | 1 | | 1 |
| Pays-Bas | 1 | 10 | 27 | | 1 | 10 | 21 | | 1 | 11 | 19 |
| Portugal | | | 2 | | | | 2 | 1 | | | 3 |
| Royaume-Uni | 1 | | 7 | | 1 | | 7 | | 1 | | 6 |
| Suède | | 1 | 1 | | | | | | | 3 | |
| Suisse | 2 | 2 | | | 2 | | | | 1 | | |
| Turquie | | | 1 | | | | 1 | | | | |
| *Total* | *26* | *63* | *226* | *49* | *22* | *60* | *229* | *43* | *14* | *57* | *255* |

| Tableau 133(c) | 1970 | | | | 1971 | | | | 1972 et 1973 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | CD | ABCD | A | B | CD | ABCD | A | B | CD | ABCD |
| Allemagne | 3 | 3 | 6 | 12 | 2 | 1 | 6 | 9 | 1 | 0 | 3 | 4 |
| Autriche | | 1 | | 1 | | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Belgique | 7 | 20 | 179 | 206 | 4 | 19 | 183 | 206 | 5 | 23 | 135 | 163 |
| Danemark | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Espagne | 1 | 1 | 18 | 20 | 1 | 1 | 17 | 19 | 0 | 1 | 17 | 18 |
| France | 3 | 3 | 12 | 18 | 4 | 3 | 11 | 18 | 3 | 3 | 6 | 12 |
| Irlande | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Italie | | 0 | 8 | 8 | 0 | 0 | 8 | 8 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Norvège | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Pays-Bas | 6 | 6 | 19 | 31 | 3 | 5 | 20 | 28 | 2 | 5 | 14 | 21 |
| Portugal | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Royaume-Uni | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Suède | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Suisse | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Turquie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Total* | *24* | *34* | *252* | *310* | *16* | *31* | *254* | *301* | *13* | *34* | *187* | *234* |

| Tableau 133(d) | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 à 1984 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ABCD | ABCD | ABCD | ABCD | ABCD | ABCD | ABCD | ABCD | ABCD |
| Allemagne | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 |
| Autriche | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Belgique | 118 | 122 | 127 | 137 | 140 | 157 | 156 | 152 | 175 |
| Danemark | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Espagne | 15 | 14 | 14 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| France | 7 | 5 | 5 | 4 | 4 | 6 | 5 | 4 | 5 |
| Irlande | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Italie | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| Norvège | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Pays-Bas | 16 | 16 | 16 | 19 | 19 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Portugal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Royaume-Uni | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| Suède | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Suisse | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Turquie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| *Total* | *170* | *170* | *175* | *190* | *194* | *209* | *205* | *200* | *226* [44] |

[44] Reprise théorique de 170 employés. 159 acceptent. 14 étrangers refusent, et sont licenciés par Eurochemic contre indemnité. 31 partent en préretraite. 22 quittent l'entreprise de leur propre chef.

**Tableau 134. Doses reçues par le personnel travaillant en zone contrôlée**

| | Total | | | Personnel Eurochemic | | | Personnel extérieur | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Année* | *Nombre de personnes* | *dose collective (mSv)* | *moyenne (mSv/an/personne)* | *Nombre de personnes* | *dose collective (mSv)* | *moyenne (mSv/an/personne)* | *Nombre de personnes* | *dose collective (mSv)* | *moyenne (mSv/an/personne)* |
| 1969 | 258 | 3765 | 14,6 | 252 | 3633 | 14,4 | 6 | 132 | 22,0 |
| 1970 | 268 | 3396 | 12,7 | 255 | 3153 | 12,4 | 13 | 243 | 18,7 |
| 1971 | 268 | 3152 | 11,8 | 238 | 2827 | 11,9 | 30 | 325 | 10,8 |
| 1972 | 235 | 4270 | 18,2 | 213 | 3963 | 18,6 | 22 | 307 | 14,0 |
| 1973 | 225 | 3715 | 16,5 | 206 | 3411 | 16,6 | 19 | 304 | 16,0 |
| 1974 | 187 | 2672 | 14,3 | 171 | 2468 | 14,4 | 16 | 204 | 12,8 |
| 1975 | 169 | 1566 | 9,3 | 152 | 1457 | 9,6 | 17 | 109 | 6,4 |
| 1976 | 175 | 1462 | 8,4 | 153 | 1256 | 8,2 | 22 | 206 | 9,4 |
| 1977 | 180 | 1746 | 9,7 | 160 | 1539 | 9,6 | 20 | 207 | 10,4 |
| 1978 | 212 | 2250 | 10,6 | 160 | 1320 | 8,3 | 52 | 930 | 17,9 |
| 1979 | | 1963 | 9,3 | | 1456 | | | 507 | |
| 1980 | | 1264 | 6,0 | | 1051 | | | 213 | |
| 1981 | | 1141,1 | 5,4 | | 928 | | | 213,1 | |
| 1982 | 217 | 798 | 3,7 | 174 | 707 | 4,1 | 43 | 91 | 2,1 |
| 1983 | 212 | 677 | 3,2 | 172 | 629 | 3,7 | 40 | 48 | 1,2 |
| 1984 | 203 | 1005,3 | 5,0 | 174 | 923,2 | 5,3 | 29 | 82,1 | 2,8 |

*N.B.: Le calcul des doses annuelles moyennes pour 1979 à 1981 a été effectué en admettant que les effectifs totaux des personnes travaillant en zone contrôlée n'avaient pas changé depuis 1978.*

*ANNEXE 5*

# Composition des organismes collectifs d'Eurochemic

## Membres du Syndicat d'Etudes (période préparatoire, octobre 1956-décembre 1957) [45]

***Classement par pays et par ordre alphabétique***

| *Pays ou institution* | *NOM* | *Prénom* | *Fonction* |
|---|---|---|---|
| ALLEMAGNE | COSTA | Hermann | Bundesministerium für Atomkernenergie |
| | FRANTA | R. | Ministère de la Justice |
| | GÖTTE | Hans | Farbwerke Hoechst, Francfort |
| | HAEDRICH | H. | Ministère des Affaires Etrangères |
| | JONAS | H. | Bayer/ Leverkusen |
| | KROPFF | B. | Ministère de la Justice |
| | MARTIUS | H. von | Ministère des Affaires Atomiques |
| | MEIBOM | H. von | Ministère de l'Intérieur |
| | PAULY | W. | Ministère des Affaires Etrangères |
| | PFANNER | K. | Ministère de la Justice |
| | POHLAND | Erich | Ministère des Affaires atomiques |
| | SPRUNG | A. | Ministère des Finances |
| | WALLENBERG | H. von | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | WOHLFAHRT | E. | Ministère de la Justice |
| AUTRICHE | GEHR | W. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | HOHN | H. | Université Technique de Vienne |
| | LANG | Friedrich | Chancellerie Fédérale |
| | PAHR | W. | Chancellerie Fédérale |
| BELGIQUE | BOVY | R. (Mlle) | CEN, Mol |
| | d'HONDT | Maurice | CEN, Mol |
| | de BAERDEMAKER | A. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | DEVADDER | Y. | Ministère des Affaires Etrangères |
| | GAUDY | P. | Ministère des Finances |
| | LANNOY | J. | Société de la Propriété industrielle |
| | OUTERS | L. | Ministère de la Communication |
| | SYMON | E. | CEN, Bruxelles |
| | van der SPEK | Jean | Société Belgonucléaire |
| DANEMARK | GOMARD | Bernhard | Commission de l'Energie Atomique |
| | HOEYER | P. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | JACOBSEN | J.C. | Commission de l'Energie Atomique |
| | PEDERSEN | O. | Commission de l'Energie Atomique |

[45] Sources: CDEN(1958) et Archives.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | SKYTTE-JENSEN | B. | Commission de l'Energie Atomique |
| | von BÜLOW | H. | Commission de l'Energie Atomique |
| ETATS-UNIS | BISHOP | A.S. | Bureau Européen de Liaison, USAEC, Paris |
| | QUINN | J.R. | Bureau Européen de Liaison, USAEC, Paris |
| | SCOTT | E.W. | USRO, Paris |
| FRANCE | BRESSON | J.J. de | Ministère des Affaires Etrangères |
| | DARD | J.M.D. | CEA |
| | FAUGERAS | P. | CEN Fontenay-aux Roses |
| | GAJAC | R. | Service de la Propriété industrielle |
| | GOLDSCHMIDT | Bertrand | CEA |
| | GOURRIER | J. | CEA |
| | MERCEREAU | F.P. | CEA |
| | MONIN | J. | Contrôleur de l'Armée |
| | REGNAUT | Pierre | CEA |
| | SARTORIUS | Robert | CEA |
| | SOUSSELIER | Yves | CEA |
| ITALIE | ALBONETTI | Achille | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | CAPROGLIO | P. | AGIP Nucleare, Milan |
| | CATALANO | N. | Avvoccatura dello Stato |
| | CERRAL | E. | CNRN |
| | ORSONI | L. | SORIN, Milan |
| | PIZZI | L. | SORIN, Milan |
| | QUOIANI | M. | AGIP Nucleare, Rome |
| | ROLLIER | M. | CNRN |
| | SCHWEINICHEN | J. von | SORIN, Milan |
| | VALLAURI | G. | SORIN, Turin |
| NORVEGE | KOREN LUND | L.J. | JENER, Kjeller |
| | LIE | A. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | LOCHEN | E. | Ministère des Affaires Etrangères |
| | MELIEN | R. | Ministère de l'Industrie |
| | SOLLI | O. | Ministère des Affaires Etrangères |
| PAYS-BAS | BARENDREGT | T.J. | JENER, Kjeller |
| | BENDIEN | G.W. | Ministère des Affaires Etrangères |
| | GOUVERNE | M.W. | Ministère des Affaires Economiques |
| | HOOGWATER | J.H.W. | Ministère des Affaires Economiques |
| | SAUVEPLANNE | J.G. | Ministère des Affaires Etrangères |
| | SCHIERBEEK | P. | Ministère des Affaires Economiques |
| | van der WILLINGEN | A. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| PORTUGAL | do CARMO ANTA | M. (Mme) | Junta de Energia Nuclear |
| | SOTTOMAYOR | J.M. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| ROYAUME-UNI | BRAYNE | R.C.L. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | DARWIN | H.G. | Conseiller Juridique adjoint, Foreign Office |
| | GILLAMS | John | UKAEA, Risley |
| | KAVANAGH | M. | UKAEA, Risley |
| | STEWART | J.C.C. | UKAEA, Risley |
| | WILSON | W.W. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| SUEDE | ALER | B. | A.B. Atomenergi |
| | HAAKANSON | H. | Atomic Energy Board |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | HAEFFNER | E. | A.B. Atomenergi |
| | RAMEL | S. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | SVENKE | Erik | A.B. Atomenergi |
| SUISSE | BIERI | R. | Département des Finances |
| | CAMPICHE | S. | Département Politique Fédéral |
| | DIEZ | E. | Département des Finances |
| | GRÄNACHER | Charles | CIBA, Bâle |
| | ROMETSCH | Rudolf | CIBA, Bâle |
| | WALTHARD | F. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | ZOELLY | H. | Département Politique |
| TURQUIE | BERKI | K. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | KORKUD | S. | Délégation permanente auprès de l'OTAN |
| Secrétaire du Syndicat d'etudes en 1956-1957 | SAELAND | Einar | Consultant de l'OECE. |

***Membres du Syndicat d'Etudes Intérimaire, par ordre alphabétique de pays ou d'institution.***

| *Pays ou Institution* | *NOM* | *Prénom* | *Fonction* |
|---|---|---|---|
| AEEN | HUET | Pierre | Conseiller Général, puis Directeur |
| | PERRET | Roland | Secrétariat de l'AEEN |
| | SAELAND | Einar | Directeur adjoint de l'AEEN |
| | SCHMID | F. | Consultant de l'OECE |
| | STROHL | Pierre | Secrétariat de l'AEEN |
| | WEINSTEIN | Jerry L. | Secrétariat de l'AEEN |
| | WOLFF | Karlfritz | Secrétariat de l'AEEN |
| ALLEMAGNE | BROCKE | W. | Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke, Bonn |
| | COSTA | Hermann | Bundesministerium für Atomkernenergie |
| | GÖTTE | Hans | Farbwerke Hoechst, Francfort |
| | HAEDRICH | H. | Ministère des affaires étrangères |
| | POHLAND | Erich | Ministère des questions atomiques |
| | WALLENBERG | H. von | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| AUTRICHE | GEHR | W. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | LANG | Friedrich | Chancellerie Fédérale |
| | ORLICEK | Adelbert | Ministère des Transports et de l'électricité |
| BELGIQUE | BUYSE | | Ministère des Affaires economiques (Directeur Général) |
| | d'HONDT | Maurice | CEN, Mol |
| | de BAERDEMAKER | A. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | de HEEM | Louis | Centre d'Etudes Nucléaires |
| | De MERRE | Marcel | Belchim (Administrateur- délégué) |
| | FONTAINE | | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | HALTER | | Ministère de la Santé publique (Directeur Général) |
| | LEROUX | A. | Belchim |
| | ROBILIART | Herman | Société Belgonucléaire |
| | van der MEULEN | J. | Ministère des Affaires économiques |
| | van der SPEEK | J. | Société Belgonucléaire |

| | | | |
|---|---|---|---|
| DANEMARK | BOHR | Erik | Kryolitselkabet Oeresund A.S. |
| | GOMARD | Bernhard | Commission à l'Energie Atomique |
| | JACOBSEN | C.F. | Commission à l'Energie Atomique |
| | LOFT | Per | Commission à l'Energie Atomique |
| ESPAGNE | GUTIERREZ-JODRA | José Luis | Junta de Energia Nuclear (Directeur des projets-pilotes et des projets industriels chimico-métallurgiques |
| EURATOM | DIERKENS | F. | Euratom |
| | FOCH | R. | Euratom |
| | STIJKEL | E. | Euratom |
| | VINCK | W. | Euratom |
| EUROCHEMIC | HAEFFNER | E. | Directeur du Bureau d'Etudes et de Recherches |
| | SOUSSELIER | Yves | Président du Comité de Direction |
| FRANCE | ASTY | Jacques | Commissariat à l'Energie Atomique |
| | FINKELSTEIN | A. | Commissariat à l'Energie Atomique |
| | GOLDSCHMIDT | Bertrand | CEA |
| | GRANDGEORGE | René | Saint-Gobain (Directeur Général) |
| | REGNAUT | Pierre | CEA |
| | SARTORIUS | Robert | Commissariat à l'Energie Atomique |
| | SOUSSELIER | Yves | CEA |
| | TARANGER | Pierre | Commissariat à l'Energie Atomique |
| ITALIE | ALBONETTI | Achille | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | CACCIARI | Alberto | CNRN |
| | IPPOLITO | Felice | CNRN |
| | ROLLIER | M. | CNRN |
| NORVEGE | SAELAND | Einar | JENER Lillestrøm |
| | TERJESEN | Sven G. | Norges Tekniske Hoegskole |
| PAYS-BAS | BARENDREGT | T.J. | JENER, Kjeller |
| | CRAMER | J.W.C. | Ministère des Affaires Economiques |
| | HARDEMANN | | Ministère des Affaires Etrangères |
| | KRAMER | E.L. | Ministère des Affaires Economiques |
| | Le POOLE | J. | Ministère des Affaires Sociales |
| | RIEMENS | E. | Ministère des Affaires Etrangères |
| | RUTTEN | | Ministère des Affaires Etrangères |
| | van der WILLINGEN | A. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| PORTUGAL | SOTTOMAYOR | J.M. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| SUEDE | HAEFFNER | E. | A.B. Atomenergi |
| | SVENKE | Erik | A.B. Atomenergi |
| SUISSE | CAMPICHE | S. | Département Politique Fédéral |
| | GRÄNACHER | Charles | Ciba (Directeur Général) |
| | ROMETSCH | Rudolf | Ciba |
| | SCHENK | M. von | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | WALTHARD | F. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| TURQUIE | BERKI | K. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| | INAN | Kamuran | Ministère des Affaires Etrangères |

Tableau 135. **Membres et suppléants du Conseil d'Administration intérimaire**

*Source : Archives*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Allemagne 1 | POHLAND | Erich | Bundesministerium für Atomkernenergie |
| Allemagne 1 Suppléant | COSTA | Hermann | Bundesministerium für Atomkernenergie |
| Allemagne 2 | GÖTTE | Hans | Radiochemisches Laboratorium, Hoechst |
| Allemagne 2 Suppléant | BROCKE | W. | Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke, Bonn |
| Autriche | LANG | Friedrich | Deputy Director, Bundeskanzleramt |
| Autriche Suppléant | ORLICEK | Adelbert | Deputy Director, Federal ministry of transport and electricity |
| Belgique 1 | van der MEULEN | J. | Directeur général au ministère des affaires économiques |
| Belgique 1 Suppléant | HATRY | P. | Ministère des Affaires Economiques |
| Belgique 2 | LEROUX | A. | Société belge de l'azote et des Produits chimiques du Marly, Liège |
| Belgique 2 Suppléant | De MERRE | Marcel | Société Belge de Chimie Nucléaire (Belchim), Bruxelles |
| Danemark | BOHR | Erik | Kryolitselskabel Oeresund A/S, Copenhague |
| Danemark Suppléant | GOMARD | Bernhard | Atomenergikommissionen, Copenhague |
| Espagne | OYARZUN | Roman | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| Espagne Suppléant | GUTIERREZ-JODRA | José Luis | Junta de Energia Nuclear |
| EURATOM | STIJKEL | A.G. | Directeur général de la division Economie et industrie, Euratom |
| France 1 | GOLDSCHMIDT | Bertrand | Directeur du Dpt de Chimie du CEA |
| France 1 Suppléant | ASTY | Jacques | Directeur chargé de l'administration générale du CEA |
| France 2 | GRANDGEORGE | René | Directeur Général de la société saint-Gobain |
| France 2 Suppléant | SARTORIUS | Robert | Adjoint au Directeur du Département de chimie du CEA |
| Italie 1 | IPPOLITO | Felice | Secrétaire Général du CNRN |
| Italie 1 Suppléant | CAGLIOTI | V. | CNRN |
| Italie 2 | ALBONETTI | Achille | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| Italie 2 Suppléant | CACCIARI | Alberto | CNRN |
| Norvège | TERJESEN | Sven G. | Institut for Kjemiteknikk, Norges Tekniske Hoegskole, Trondheim |
| Pays-Bas | van AKEN | J.S.A.J.M. | Director, Chemical division, State Mines Limbourg, Geleen |
| Suède | SVENKE | Erik | Head of Industrial Division, A.B. Atomenergi, Stockholm |
| Suisse | GRÄNACHER | Charles | Directeur générale de la Cie Ciba, Bâle |
| Turquie/ Portugal Suppléant | SOTTOMAYOR | J.M. | Délégation permanente auprès de l'OECE |
| Turquie/Portugal | INAN | Kamuran | Délégation permanente auprès de l'OTAN, Paris |

Tableau 136. **Titulaires des postes d'administrateurs d'Eurochemic de mars 1958 à juillet 1982 et des postes de liquidateurs de juillet 1982 à novembre 1990**

*En italiques : les Présidents du Conseil d'administration.*

*CAI : Conseil d'administration intérimaire.*

*Nota bene : Le Portugal et la Turquie se partagent un siège jusqu'en 1980, date du retrait de la Turquie.*

| | Allemagne 1 | Allemagne 2 | Autriche | Belgique 1 | Belgique 2 |
|---|---|---|---|---|---|
| (CAI) 28/03/1958 | Pohland E. | Götte H. | Lang F. | van der Meulen J. | Robillard H. |
| (CAI) 25/10/1958 | " | " | " | " | LEROUX A. |
| 1959 | " | " | " | " | " |
| 1960 | Costa H. | " | Steinwender B. | Buyse M. | " |
| 1961 | " | " | " | " | " |
| 1962 | " | " | " | " | " |
| 1963 | Schulte-Meerman W. | " | " | " | " |
| 1964 | *Schulte-Meerman W.* | " | " | Coessens A. | " |
| 1965 | " | " | " | " | " |
| 1966 | " | " | " | " | " |
| 1967 | " | " | " | " | " |
| 1968 | Haunschild H.H | " | " | " | " |
| 1969 | " | " | " | " | de Bie E. |
| 1970 | Schmidt-Küster W.J. | Schlitt A.E. | " | " | " |
| 1971 | *Schmidt-Küster W.J.* | " | " | " | " |
| 1972 | " | " | " | " | " |
| 1973 | " | " | " | " | " |
| 1974 | " | " | " | " | " |
| 1975 | " | " | " | " | " |
| 1976 | " | " | " | Frerotte M. | Maricq E.R. |
| 1977 | Randl R.P. | " | " | " | " |
| 1978 | " | Heinz W. | " | " | " |
| 1979 | " | " | " | " | " |
| 1980 | " | " | " | " | " |
| 1981 | " | " | " | " | " |
| 1982 | " | " | Musyl E. | " | " |
| 1983 | " | Fin | " | " | Fin |
| 1984 | " | | " | " | |
| 1985 | " | | " | " | |
| 1986 | " | | " | " | |
| 1987 | " | | " | " | |
| 1988 | " | | Wagner G. | " | |
| 1989 | " | | " | " | |
| 1990 | " | | " | " | |

(voir pages suivantes)

***Titulaires des postes d'administrateurs d'Eurochemic de mars 1958 à juillet 1982 et des postes de liquidateurs de juillet 1982 à novembre 1990 (suite du Tableau 136)***

| | Danemark | Espagne | France 1 | France 2 | Italie 1 | Italie 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (CAI) 28/03/1958 | | | Goldschmidt B. | | Albonetti A. | Ippolito F. |
| (CAI) 25/10/1958 | Bohr E. | Oyarzun R. | " | Grandgeorge R. | " | " |
| 1959 | " | Gutierrez-Jodra L. | " | " | " | " |
| 1960 | " | " | " | " | " | " |
| 1961 | " | " | " | " | " | " |
| 1962 | " | " | " | " | " | " |
| 1963 | " | " | " | " | " | Zifferero M. |
| 1964 | " | " | " | de Vaissiere A. | " | Fin |
| 1965 | " | " | " | " | " | |
| 1966 | " | " | " | " | " | |
| 1967 | " | " | " | " | " | |
| 1968 | " | *Gutierrez-Jodra L.* | " | Mabile J. | " | |
| 1969 | " | " | " | " | " | |
| 1970 | " | " | " | " | " | |
| 1971 | Bastrup-Birk E. | " | " | Sornein J. | " | |
| 1972 | " | " | " | " | " | |
| 1973 | " | " | " | " | " | |
| 1974 | " | " | " | " | " | |
| 1975 | " | " | " | Boussard R. | " | |
| 1976 | " | " | " | " | " | |
| 1977 | " | " | Lefevre J. | Perrot F. | " | |
| 1978 | " | " | " | " | " | |
| 1979 | " | " | " | " | " | |
| 1980 | " | " | " | " | " | |
| 1981 | " | Lopez-Perez B. | " | " | " | |
| 1982 | " | " | " | " | " | |
| 1983 | " | " | " | Fin | " | |
| 1984 | " | " | " | | " | |
| 1985 | " | " | " | | " | |
| 1986 | " | " | " | | " | |
| 1987 | " | " | " | | " | |
| 1988 | Beck A. | " | " | | " | |
| 1989 | " | Rodriguez-Parra M. | " | | " | |
| 1990 | " | " | " | | " | |

(voir pages suivants)

**Titulaires des postes d'administrateurs d'Eurochemic de mars 1958 à juillet 1982 et des postes de liquidateurs de juillet 1982 à novembre 1990 (suite du Tableau 136)**

| | Norvège | Pays-Bas | Suède | Suisse | Turquie | Portugal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (CAI) 28/03/58 | | Van Aken J.A.S.M. | | Gränacher C. | Berki | Sottomayor J.M. |
| (CAI) 25/10/58 | Terjesen S.G. | " | *Svenke E.* | " | Inan | |
| 1959 | " | " | " | " | " | |
| 1960 | " | " | " | " | Erikan B. | |
| 1961 | " | " | " | " | " | " |
| 1962 | " | " | " | " | " | " |
| 1963 | " | Hoekstra J. | " | " | Turgay | " |
| 1964 | " | " | " | " | " | " |
| 1965 | " | " | " | " | " | " |
| 1966 | " | " | " | " | Erben T. | " |
| 1967 | " | Barendregt T.J. | " | " | " | " |
| 1968 | " | " | " | " | " | " |
| 1969 | " | " | " | " | " | Marquez-Videira A. |
| 1970 | " | " | " | " | " | " |
| 1971 | " | " | " | Pictet J.M. | Okonsar K. | " |
| 1972 | " | " | " | " | Öymer | " |
| 1973 | " | " | *Nöjd L.A.* | " | " | " |
| 1974 | " | " | " | " | Carkaci J. | Carreira-Pich H. |
| 1975 | " | " | " | " | Afsar K.P. | " |
| 1976 | " | Retrait Des Pays-Bas | " | " | " | " |
| 1977 | " | | " | " | " | " |
| 1978 | " | | " | " | " | " |
| 1979 | " | | " | " | " | " |
| 1980 | " | | " | " | Retrait De La Turquie | " |
| 1981 | " | | " | " | | " |
| 1982 | " | | " | " | | " |
| 1983 | " | | " | " | | " |
| 1984 | " | | " | " | | " |
| 1985 | " | | " | " | | " |
| 1986 | " | | " | " | | " |
| 1987 | " | | " | " | | " |
| 1988 | " | | " | " | | " |
| 1989 | " | | " | " | | " |
| 1990 | " | | " | " | | " |

Tableau 137. **Membres du Comité de Direction en 1958 et du Comité technique d'Eurochemic de 1959 à 1984**

| | Allemagne | Autriche | Belgique | Danemark | Espagne | France |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1958 | | | D'Hondt M. | | | *Sousselier Y.* |
| 1959 | | Orlicek A. | " | | | " |
| 1960 | | " | " | | | " |
| 1961 | | " | " | Jacobsen C.F. | Gutierrez-Jodra L. | " |
| 1962 | | " | " | " | " | " |
| 1963 | | " | " | " | " | " |
| 1964 | Giese K. | " | " | " | " | " |
| 1965 | " | " | " | " | " | " |
| 1966 | " | " | " | " | " | " |
| 1967 | Dreissigacker H.L. | " | " | " | " | " |
| 1968 | " | Bildstein H. | " | " | Lopez-Perez B. | " |
| 1969 | " | " | " | Klitgaard J. | " | " |
| 1970 | Schüller W. | " | " | " | " | " |
| 1971 | " | " | " | Jacobsen C.F. | " | " |
| 1972 | Randl R.P. | " | " | " | " | " |
| 1973 | " | " | " | " | " | " |
| 1974 | " | " | " | " | " | " |
| 1975 | " | " | " | " | " | " |
| 1976 | " | " | " | Singer K. | " | " |
| 1977 | " | " | " | " | " | " |
| 1978 | " | " | " | " | " | " |
| 1979 | " | " | " | " | " | " |
| 1980 | " | " | " | " | " | " |
| 1981 | " | " | " | " | " | " |
| 1982 | " | " | Tonon P. | " | " | " |
| 1983 | " | " | " | " | " | " |
| 1984 | " | " | " | " | " | " |

(voir pages suivantes)

**Membres du Comité de Direction en 1958 et du Comité technique d'Eurochemic de 1959 à 1984 (suite du Tableau 137)**

| | Italie | Norvège | Pays-Bas | Suède | Suisse | AEEN/AEN | Euratom (consultatif) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1958 | Rollier M. | | Barendregt T.J. | | Rometsch R. | | |
| 1959 | Zifferero M. | | " | Haeffner E. | | Saeland E | |
| 1960 | " | | " | " | | " | |
| 1961 | " | Terjesen S.G. | X | " | | " | Ramadier C. |
| 1962 | " | " | | " | | " | " |
| 1963 | " | " | | " | | " | " |
| 1964 | " | " | | " | | " | " |
| 1965 | " | " | | " | | " | " |
| 1966 | " | " | Hoekstra J. | Larson A. | von Gunten H. | " | Baruffa A. |
| 1967 | " | " | Barendregt T.J. | " | " | | " |
| 1968 | " | " | " | " | " | | " |
| 1969 | " | " | " | " | " | | " |
| 1970 | " | " | " | " | " | | " |
| 1971 | " | " | " | Hultgren A. | " | Olivier J.-P. | " |
| 1972 | " | " | " | " | " | " | " |
| 1973 | " | " | " | " | " | " | " |
| 1974 | " | " | " | " | " | " | Orlowski S. |
| 1975 | " | " | | " | " | " | " |
| 1976 | " | " | | " | " | " | " |
| 1977 | " | " | | " | " | " | " |
| 1978 | " | " | | " | " | " | Simon R |
| 1979 | " | " | | " | " | " | " |
| 1980 | " | " | | " | " | " | " |
| 1981 | Cao S. | " | | " | " | " | " |
| 1982 | Rolandi G. | " | | " | " | " | " |
| 1983 | " | " | | " | " | " | " |
| 1984 | " | " | | " | " | " | " |

(voir pages suivantes)

Tableau 138. **Membres du Groupe spécial suivant l'ordre alphabétique des pays (sauf pour les Pays-Bas, le Portugal, la Turquie et Euratom, en fin de liste)**
*(En italiques : les Présidents)*

| | Allemagne | Allemagne | Allemagne | Autriche | Autriche | Autriche |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29/10/59 | H.H. Haunschild | V. Rhamm | | R. Polaczek | B. Steinwender | |
| 1/06/60 | H.Costa | | | " | T. Klestil | |
| 18/05/61 | " | | | " | " | R. Polaczek |
| 13/04/62 | " | | | R. Hladik | | " |
| 10/05/63 | C.Zelle | K. Giese | | B. Steinwender | A. Orlicek | |
| 26/06/63 | C. Zelle | W. Schulte-Meermann | | R. Hladik | | |
| 26/11/63 | " | " | | " | | " |
| 24/02/64 | " | " | | " | | " |
| 17/04/64 | " | " | | " | | " |
| 1/07/64 | " | " | | " | | " |
| 23/11/65 | W. Ungerer | " | H.A. von Rohr | E. Musyl | | " |
| 24/03/66 | M. Schreiterer | " | | B. Steinwender | | |
| 8/06/66 | " | W. Ungerer | " | | M. Graff | " |
| 17/05/67 | C. Zelle | W. Böcker | | | " | " |
| 29/02/68 | M. Schreiterer | D. Taube | " | " | | |
| 23/04/69 | H.H. Haunschild | | | | M. Lutterotti | " |
| 16/12/69 | | | " | " | | |
| 20/01/71 | " | | | | H. Bildstein | " |
| 8/11/72 | | R. Loosch | | " | | " |
| 2/10/73 | | | | | | |
| 21/11/73 | | " | | " | | |
| 4/06/74 | | " | | " | | |
| 10/07/74 | | | | " | | |
| 8/07/75 | W. Sandtner | | | " | | |
| 14/04/78 | " | R.P Randl | | E. Musyl | | |
| 28/06/78 | " | " | | " | | |
| 30/06/82 | | " | | " | | |
| 9/04/86 | | " | | " | | |

(voir pages suivantes)

## Membres du Groupe spécial (suite du Tableau 138)

| | Belgique | Belgique | Belgique | Belgique | Danemark | Danemark |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29/10/59 | J. van der Meulen | J. Errera | | | H. von Bülow | F. Juul |
| 1/06/60 | E. Symon | " | P. Gaudy | H. Gillain | " | H.H. Koch |
| 18/05/61 | " | P. Bassette | " | de Bois | " | J. Mandrup-Christensen |
| 13/04/62 | S. Halter | J. Errera | " | R. Bataille | " | A. Dybdal |
| 10/05/63 | | | " | " | " | |
| 26/06/63 | G. Barthelemy | " | " | " | | O. Heyman |
| 26/11/63 | F. Leemans | | " | " | " | |
| 24/02/64 | R. Depovere | | " | " | " | |
| 17/04/64 | " | | " | | " | |
| 1/07/64 | " | | " | " | " | |
| 23/11/65 | " | A. Coessens | | " | | P.J. Snare |
| 24/03/66 | " | " | | | E. Bastrup-Birk | |
| 8/06/66 | | " | " | " | " | |
| 17/05/67 | | *A. Coessens* | " | | " | |
| 29/02/68 | | " | " | | " | |
| 23/04/69 | | " | " | | | |
| 16/12/69 | | " | " | | " | |
| 20/01/71 | | " | " | | " | |
| 8/11/72 | P. Dejonghe | " | | | " | |
| 2/10/73 | " | " | | | " | |
| 21/11/73 | " | " | | | " | |
| 4/06/74 | " | " | S. Herpels | | " | |
| 10/07/74 | " | " | J. Bousse | | " | |
| 8/07/75 | " | " | M. Geuens | | | |
| 14/04/78 | " | M. Frérotte | I. de Clerck | | " | |
| 28/06/78 | " | " | | | " | |
| 30/06/82 | " | " | | | " | |
| 9/04/86 | " | " | E. Detilleux | | " | |

(voir pages suivantes)

**Membres du Groupe spécial (suite du Tableau 138)**

| | Espagne | Espagne | Espagne | France | France | France |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29/10/59 | | | | J. Renou | F. de Chocqueuse | |
| 1/06/60 | J.M. Otero de Navascues | | | | " | |
| 18/05/61 | " | A. Duran | | | " | |
| 13/04/62 | " | " | F. del Castillo | | " | |
| 10/05/63 | " | | L. Gutierrez-Jodra | B. Goldschmidt | " | |
| 26/06/63 | " | " | | | " | |
| 26/11/63 | " | " | | | " | |
| 24/02/64 | | R. Oyarzun | " | " | " | |
| 17/04/64 | " | | | " | " | Y.Sousselier |
| 1/07/64 | " | A. Duran | | | " | " |
| 23/11/65 | | " | | | " | |
| 24/03/66 | | | " | | " | |
| 8/06/66 | | " | | A. Finkelstein | " | A. Lagardère |
| 17/05/67 | | | | B. Goldschmidt | " | Y.Sousselier |
| 29/02/68 | | | " | | " | " |
| 23/04/69 | " | | | | " | " |
| 16/12/69 | | | " | | " | |
| 20/01/71 | | | " | " | " | J. Mabile |
| 8/11/72 | | | " | " | J. Sornein | Y.Sousselier |
| 2/10/73 | B. Lopez-Perez | | | | " | F. Perrot |
| 21/11/73 | | | " | " | " | " |
| 4/06/74 | | J.L. Xifra | " | | " | |
| 10/07/74 | | " | " | | " | |
| 8/07/75 | | | " | R. Boussard | J. Lefevre | " |
| 14/04/78 | | | " | | " | " |
| 28/06/78 | " | | | | " | " |
| 30/06/82 | " | | | F. de Puybaudet | " | " |
| 9/04/86 | " | | | | " | " |

(voir pages suivantes)

**Membres du Groupe spécial (suite du Tableau 138)**

| | Italie | Italie | Italie | Norvège | Norvège | Norvège |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29/10/59 | | | | J.C. Hauge | H. Storhaug | |
| 1/06/60 | A. Baroni | | | " | O. Kasa | E. Jensen |
| 18/05/61 | M. Zifferero | S. Pittori | | | O. Solli | |
| 13/04/62 | | A. Albonetti | C.C Bertoni | | " | |
| 10/05/63 | M. Zifferero | " | Catalano | S. Terjesen | " | O. Mosnesset |
| 26/06/63 | " | " | F. Starace | *J.C. Hauge* | | |
| 26/11/63 | " | " | S. d'Andrea | " | | |
| 24/02/64 | " | " | " | " | | |
| 17/04/64 | | " | " | " | | " |
| 1/07/64 | | " | | | | " |
| 23/11/65 | A. Baglio | F. Starace | | J.C. Hauge | | |
| 24/03/66 | M. Sabelli | " | " | | | |
| 8/06/66 | " | " | " | " | | |
| 17/05/67 | " | " | | | J. Otterbech | |
| 29/02/68 | " | F. Conte | " | | S. Terjesen | |
| 23/04/69 | " | F. Starace | M. Gigliarelli-Fiumi | " | | |
| 16/12/69 | | " | G. Licata | | | |
| 20/01/71 | | A. Albonetti | | " | | |
| 8/11/72 | M. Zifferero | | M. Gigliarelli-Fiumi | | " | V.O. Eriksen |
| 2/10/73 | | " | | | " | |
| 21/11/73 | | " | | | " | |
| 4/06/74 | | " | | N.G. Aamodt | | |
| 10/07/74 | | " | | | " | |
| 8/07/75 | | " | | | " | |
| 14/04/78 | | " | | | " | |
| 28/06/78 | | " | | | " | |
| 30/06/82 | P. Longo | | | | " | |
| 9/04/86 | " | | | K. Mansika | " | |

(voir pages suivantes)

**Membres du Groupe spécial (suite du Tableau 138)**

| | Suède | Suède | Suisse | Suisse | Suisse |
|---|---|---|---|---|---|
| 29/10/59 | | | *J. Burckhardt* | S. Campiche | E. Stadelhofer |
| 1/06/60 | A. Edelstam | | " | H. Bär | " |
| 18/05/61 | H. Hakanson | | " | | " |
| 13/04/62 | " | | *U. Hochstrasser* | | |
| 10/05/63 | E. Svenke | N.O. Hasslev | " | R. Lempen | G. Bodmer |
| 26/06/63 | | | | S. Campiche | " |
| 26/11/63 | " | | U. Hochstrasser | | |
| 24/02/64 | " | J. Martenson | " | H. Voegeli | |
| 17/04/64 | H. Hakanson | " | " | " | |
| 1/07/64 | G. von Sydow | B. Aler | " | | |
| 23/11/65 | | " | " | | |
| 24/03/66 | E. Svenke | P.G. Hasselmark | | | W. Pfister |
| 8/06/66 | | B. Aler | " | " | |
| 17/05/67 | " | | | S. Lagger | " |
| 29/02/68 | " | | | | " |
| 23/04/69 | | H. Brynielson | | | " |
| 16/12/69 | " | | J.M. Pictet | | |
| 20/01/71 | *E. Svenke* | | " | | |
| 8/11/72 | " | A. Larsson | " | | |
| 2/10/73 | " | L.A. Nöjd | " | | |
| 21/11/73 | | " | " | | |
| 4/06/74 | | " | " | | |
| 10/07/74 | T. Eckered | | " | | |
| 8/07/75 | | " | *J.M. Pictet* | | |
| 14/04/78 | B.C. Johanson | | " | | |
| 28/06/78 | | " | " | | |
| 30/06/82 | | " | " | | |
| 9/04/86 | C. Danielsson | " | " | | |

(voir pages suivantes)

**Membres du Groupe spécial (suite du Tableau 138)**

| | Pays-Bas | Pays-Bas | Pays-Bas | Pays-Bas | Portugal |
|---|---|---|---|---|---|
| 29/10/59 | C. Rutten | J. Boekstal | F.J. Hardeman | | Nogueira da Costa A. |
| 1/06/60 | S. Meijer | " | " | R. de Muralt | J.M. Sottomayor |
| 18/05/61 | " | A.A.v.d. Voort | " | " | " |
| 13/04/62 | " | " | " | " | " |
| 10/05/63 | " | M.M. Stillerroer | L.M.J. v.d. Winkel | | " |
| 26/06/63 | " | | " | H.K. Mani | " |
| 26/11/63 | | A. Kruyt | " | | " |
| 24/02/64 | " | C.H.A. Plug | " | " | " |
| 17/04/64 | " | | " | | F. de Paiva |
| 1/07/64 | *S. Meijer* | | " | " | Nogueira da Costa A. et J.M. Sottomayor |
| 23/11/65 | " | | " | | |
| 24/03/66 | " | G.W. Bendien | | R. Fruin | J.M. Sottomayor |
| 8/06/66 | " | | " | | |
| 17/05/67 | E. Beelaerts van Blokland | | | | " |
| 29/02/68 | A. Kruyt | | | | |
| 23/04/69 | W. Hellema | | | | " et F. Marques-Videira |
| 16/12/69 | " | | | | A.N. Da Costa |
| 20/01/71 | P.G. van der Lande | | " | | F. Marques-Videira |
| 8/11/72 | " | T.J. Barendregt | | | " |
| 2/10/73 | " | " | | | " |
| 21/11/73 | " | " | | | H. Carreira-Pich |
| 4/06/74 | " | " | | | " |
| 10/07/74 | " | A. Kruyt | " | | " |
| 8/07/75 | " | R. Bosscher | | | " |
| 14/04/78 | | | | | " |
| 28/06/78 | | | | | " |
| 30/06/82 | | | | | " |
| 9/04/86 | | | | | " |

(voir pages suivantes)

**Membres du Groupe spécial (fin du Tableau 138)**

| | Turquie | Euratom | Euratom |
|---|---|---|---|
| 29/10/59 | K. Inan | | |
| 1/06/60 | " | | |
| 18/05/61 | B. Erikan | R. Foch | |
| 13/04/62 | | " | M. Amory |
| 10/05/63 | | " | C. Ramadier |
| 26/06/63 | B. Turgay | | M. Amory |
| 26/11/63 | " | | " |
| 24/02/64 | " | " | |
| 17/04/64 | " | E.R. von Geldern | " |
| 1/07/64 | " | C. Ramadier | " |
| 23/11/65 | " | H. van der Loos | " |
| 24/03/66 | " | " | " |
| 8/06/66 | | R. Foch | " |
| 17/05/67 | | | |
| 29/02/68 | | D. Blin | |
| 23/04/69 | F. Mutluay | R. Foch | |
| 16/12/69 | | | |
| 20/01/71 | B. Turgay | " | |
| 8/11/72 | | " | |
| 2/10/73 | S. Carkaci | | |
| 21/11/73 | | | |
| 4/06/74 | " | " | |
| 10/07/74 | " et S. Karaka | " | |
| 8/07/75 | | | |
| 14/04/78 | K.P. Afsar, S. Akilic, M. Kayalar | | |
| 28/06/78 | M. Kayalar | | |
| 30/06/82 | | S. Orlowski | |
| 9/04/86 | | | |

## *ANNEXE 6*

**Tableau 139. Usines de retraitement actuellement en service ou en construction** [46]

| Pays (classés par régions puis ordre alphabétique) | Nom, lieu, date de première mise en service | Capacité déclarée en t/an | Production en 1992 (t/an) | Nature du combustible et procédé | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| France | UP1<br>Marcoule<br>1958 | 400 | 410 | UNGG, PUREX | |
| | UP2<br>La Hague<br>1966<br>(UP2-800) | 400<br>(800) | 220 | LWR<br>PUREX | Extension à 800 t/an réalisée en 1994. |
| | UP3<br>La Hague<br>1989 | 800 | 448 | LWR<br>PUREX | |
| Italie | EUREX<br>Saluggia<br>1971 | 10 | 0 | LWR, HEU,<br>PUREX | Déclarée, mais ne retraite plus. |
| Royaume-Uni | Dounreay<br>1958 | 8 | 2 | HEU<br>PUREX | |
| | B205<br>Windscale-Sellafield<br>1964 | 1500 | ? | MAGNOX<br>PUREX | |
| | THORP<br>Windscale-Sellafield<br>1994 | 850 | s.o. | LWR<br>PUREX | |
| Russie | RT1<br>Chelyabinsk<br>1971 | 400 | 120 | VVER-440, réacteurs navals,FBR, MTR<br>Extraction aqueuse au TBP. | Usine militaire reconvertie. |
| | Tomsk 7<br>Tomsk<br>? | ? | ? | Réacteurs plutonigènes | Usine militaire. |

(voir pages suivantes)

[46] Sources: NAS (1994), pp. 235-244; World Nuclear Industry Handbook 1994, Supplément annuel de Nuclear Engineering International, pp. 133-134. CHALIAND G., JAN M. (1993) pour la Chine. Les installations à l'échelle du laboratoire signalées par cette source, Dimona et Nahal Soreq en Israël, Rawalpindi et Islamabad au Pakistan, Yongbyon en Corée du Nord et Pelindaba en Afrique du Sud sont citées ici pour mémoire. L'information sur les usines mondiales reste lacunaire et parfois contradictoire, notamment pour les usines à vocation militaire. Les cartes présentées en annexe 8 peuvent refléter ces incertitudes.

**Usines de retraitement actuellement en service ou en construction (suite du Tableau 139)**

| Pays (classés par régions puis ordre alphabétique) | Nom, lieu, date de première mise en service | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|
| | RT2<br>Krasnoïarsk<br>s.o. | (1500)<br>(x2) | s.o. | VVER-1000 | Première tranche en construction.<br>Réalisation du projet douteuse. |
| Inde | Trombay<br>1965 | 50 | ? | Oxyde<br>PUREX | Seconde usine depuis 1985. |
| | Tarapur<br>1977 | 100 | ? | Oxyde<br>PUREX | |
| | Kalpakkam 1<br>1986 | 125 | ? | Oxyde<br>PUREX | |
| | Kalpakkam 2<br>s.o. | (1000) | s.o. | Oxyde<br>PUREX | Extension en construction. |
| Chine | Baotou<br>? | ? | ? | ? | Usine militaire. |
| | Subei-Jiuquan<br>? | ? | ? | ? | Usine militaire. |
| Japon | Tokaï Mura<br>1978 | 200 | ? | Oxyde<br>PUREX | Capacité déclarée réduite à 90 t. |
| | Rokka Shô Mura<br>s.o. | (800) | s.o. | Oxyde<br>PUREX | En construction depuis 1993. Calendrier d'achèvement repoussé après l'an 2000. |
| Etats-Unis | ICRP<br>Idaho Falls<br>1953(ex-ICPP) | ? | ? | ? | Ancienne ICPP modifiée.<br>"has largely closed down"[47] (?) |
| | Rockwell Hanford<br>? | 2400 | ? | Oxyde<br>PUREX | Usine militaire<br>"has largely closed down" (?) |
| | Savannah River Site<br>1954 | 2700 | ? | Oxyde<br>PUREX | Usine militaire<br>"has largely closed down" (?) |
| Argentine | Ezeiza<br>s.o. | (5) | s.o. | Oxyde<br>PUREX | En construction.<br>Achèvement douteux |
| Brésil | Sao Paulo<br>s.o. | ? | s.o. | Oxyde<br>PUREX | En construction |

---

[47] NAS (1994), p. 243.

# ANNEXE 7

**Tableau 140(a, b, c). Evolution de la production électronucléaire dans les pays membres d'Eurochemic de 1960 à 1990**

*Source: AIE/OCDE (1990, 1991, 1992)*

*Remarque: cinq pays membres n'ont pas produit d'électricité électronucléaire: l'Autriche, le Danemark, la Norvège, le Portugal et la Turquie.*

*Pour permettre des comparaisons ont été ajoutées les productions de la Grande-Bretagne, des Etats-Unis, des pays européens de l'OCDE, enfin de l'OCDE dans son ensemble.*

*La production est exprimée en GWh.*

| *Tableau 140a* | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Région ou pays* | | | | | | | | | | |
| Belgique | 0 | 0 | 4 | 47 | 51 | 0 | 6 | 94 | 61 | 22 |
| France | 146 | 271 | 473 | 466 | 655 | 1053 | 1606 | 2921 | 3539 | 4956 |
| Allemagne | 0 | 24 | 100 | 56 | 104 | 117 | 265 | 1225 | 1766 | 4937 |
| Italie | 0 | 0 | 0 | 323 | 2401 | 3510 | 3863 | 3152 | 2576 | 1679 |
| Pays-Bas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 315 |
| Espagne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 83 | 829 |
| Suède | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 45 | 50 | 23 | 61 |
| Suisse | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 535 |
| Pays Eurochemic | 146 | 295 | 577 | 892 | 3211 | 4698 | 5785 | 7442 | 8076 | 13334 |
| % (nucléaire/ électricité totale.) | 0,04 | 0,07 | 0,12 | 0,17 | 0,57 | 0,78 | 0,90 | 1,10 | 1,10 | 1,67 |
| *Grande-Bretagne* | *2224* | *2567* | *3720* | *6365* | *8163* | *15135* | *20217* | *23277* | *26190* | *29125* |
| *OCDE Europe* | *2370* | *2862* | *4297* | *7257* | *11374* | *19833* | *26002* | *30719* | *34266* | *42459* |
| *Etats-Unis* | *554* | *1808* | *2429* | *3437* | *3576* | *3913* | *5907* | *7646* | *13405* | *14903* |
| *OCDE* | *2924* | *4670* | *6726* | *10787* | *15101* | *23874* | *32681* | *39118* | *49589* | *58991* |

| *Tableau 140b* | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Région ou pays* | | | | | | | | | | |
| Belgique | 57 | 0 | 11 | 76 | 148 | 6784 | 10036 | 11939 | 12513 | 11407 |
| France | 5711 | 9336 | 14592 | 14741 | 14695 | 18248 | 15778 | 17986 | 30483 | 39960 |
| Allemagne | 6030 | 5812 | 9137 | 11755 | 12276 | 21398 | 24262 | 36050 | 35942 | 42291 |
| Italie | 3176 | 3365 | 3626 | 3142 | 3410 | 3800 | 3807 | 3385 | 4428 | 2628 |
| Pays-Bas | 368 | 405 | 326 | 1108 | 3277 | 3335 | 3872 | 3710 | 4060 | 3489 |
| Espagne | 923 | 2523 | 4751 | 6545 | 7223 | 7544 | 7555 | 6524 | 7649 | 6700 |
| Suède | 56 | 90 | 1465 | 2111 | 2054 | 11969 | 15993 | 19913 | 23781 | 21039 |
| Suisse | 1766 | 1391 | 3840 | 6310 | 7067 | 7761 | 7939 | 8114 | 8395 | 11805 |
| Pays Eurochemic | 18087 | 22922 | 37748 | 45788 | 50150 | 80839 | 89242 | 107621 | 127251 | 139319 |
| % (nucléaire/ électricité totale.) | 2,11 | 2,52 | 3,85 | 4,32 | 4,59 | 7,40 | 7,50 | 8,86 | 9,95 | 10,32 |
| *Grande-Bretagne* | *26012* | *27548* | *29378* | *27997* | *33617* | *30338* | *36155* | *40021* | *37224* | *38308* |
| *OCDE Europe* | *44099* | *50470* | *67127* | *73785* | *83767* | *111177* | *125397* | *150302* | *167739* | *184369* |
| *Etats-Unis* | *23324* | *40552* | *57813* | *89167* | *121251* | *183512* | *202570* | *265936* | *292987* | *270464* |
| *OCDE* | *73060* | *103289* | *141650* | *187913* | *239413* | *332384* | *379462* | *474239* | *551241* | *560497* |

| *Tableau 140c* | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Région ou pays* | | | | | | | | | | | |
| Belgique | 12549 | 12859 | 15664 | 24106 | 27743 | 34601 | 39394 | 41967 | 43102 | 41217 | 42722 |
| France | 61251 | 105326 | 108919 | 144261 | 191234 | 224100 | 254155 | 265520 | 275521 | 303931 | 314081 |
| Allemagne | 43700 | 53631 | 63577 | 65833 | 92577 | 125902 | 119580 | 130515 | 145082 | 149390 | 147159 |
| Italie | 2208 | 2707 | 6804 | 5783 | 6887 | 7024 | 8758 | 174 | 0 | 0 | 0 |
| Pays-Bas | 4200 | 3658 | 3897 | 3589 | 3711 | 3899 | 4216 | 3556 | 3675 | 4019 | 3502 |
| Espagne | 5186 | 9568 | 8771 | 10661 | 23086 | 28044 | 37458 | 41271 | 50466 | 56126 | 54273 |
| Suède | 26488 | 37679 | 39045 | 41004 | 50926 | 58561 | 69951 | 67385 | 69424 | 65603 | 68185 |
| Suisse | 14346 | 15330 | 15133 | 15710 | 18440 | 22558 | 22581 | 23003 | 22792 | 22836 | 23636 |
| Pays Eurochemic | 169928 | 240758 | 261810 | 310947 | 414604 | 504689 | 556093 | 573391 | 610062 | 643122 | 653558 |
| % (nucléaire/ électricité totale.) | 12,33 | 17,15 | 18,55 | 21,26 | 27,00 | 31,35 | 33,76 | 33,37 | 34,55 | 35,45 | 35,02 |
| *Grande-Bretagne* | *37023* | *37969* | *43972* | *49928* | *53979* | *61095* | *59079* | *55238* | *63456* | *71734* | *65747* |
| *OCDE Europe* | *213973* | *293392* | *322558* | *378595* | *487450* | *584843* | *634231* | *648275* | *693072* | *733946* | *738520* |
| *Etats-Unis* | *266183* | *289034* | *299739* | *311298* | *347292* | *406712* | *438880* | *482586* | *558591* | *561116* | *611473* |
| *OCDE* | *600779* | *710313* | *763064* | *852794* | *1021216* | *1211654* | *1312683* | *1395880* | *1513189* | *1557803* | *1625151* |

*ANNEXE 8*

# Repères géographiques

**Figures 181(a, b et c)**

**Légende commune aux trois cartes (voir pages suivantes)**

| | LABORATOIRE DE RETRAITEMENT | PILOTE DE RETRAITEMENT | USINE DE RETRAITEMENT |
|---|---|---|---|
| EN FONCTION | ■ | ■ | ■ |
| EN PROJET | □ | □ | □ |
| FERMÉ(E) | ⊡ | ⊡ | ⊡ |
| NON REALISÉ(E) | | ⧇ | ⧇ |
| CONSTRUIT(E) MAIS JAMAIS MIS(E) EN SERVICE | | | [▲] |

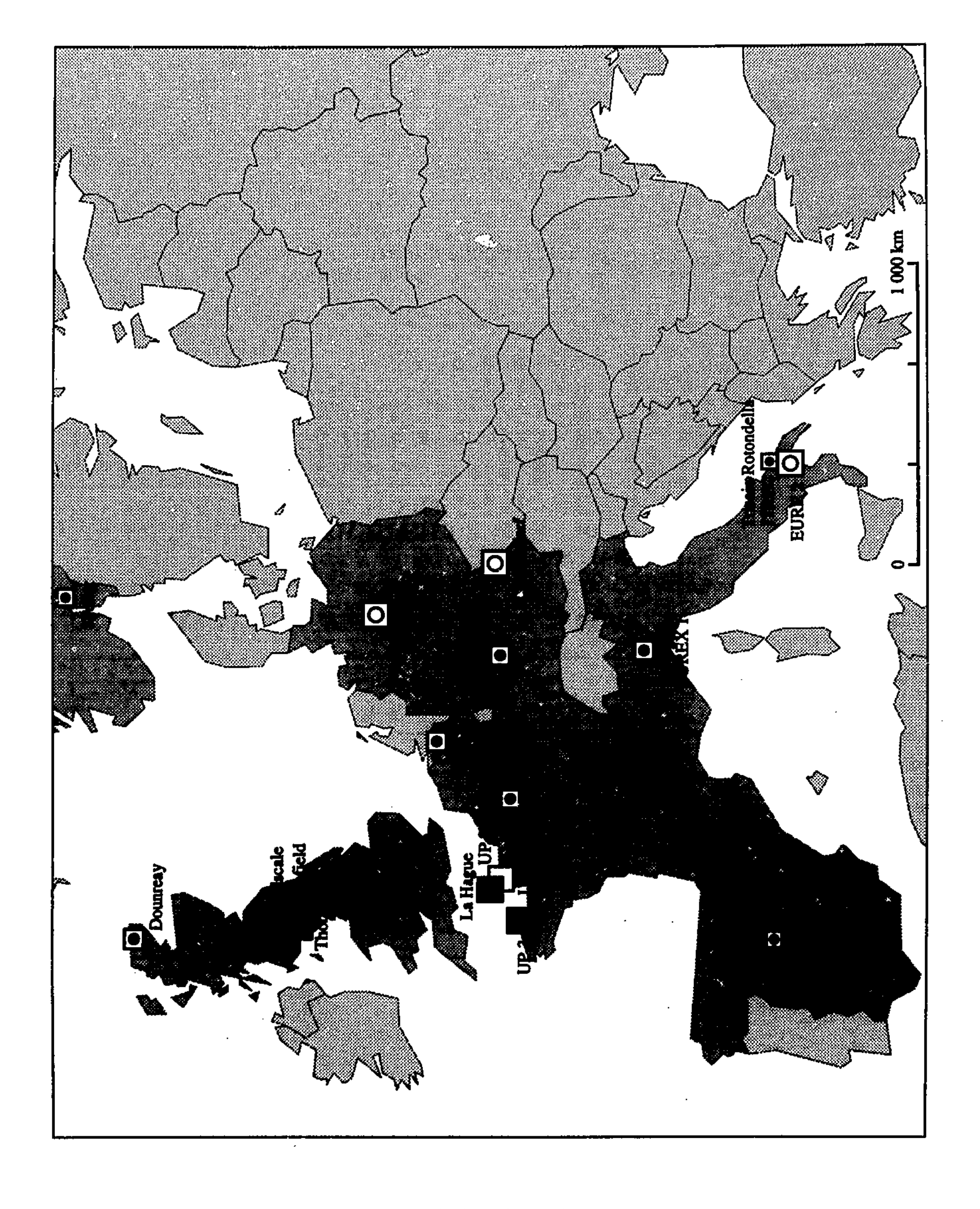



**Figure 181a.** Installations de retraitement en Europe.

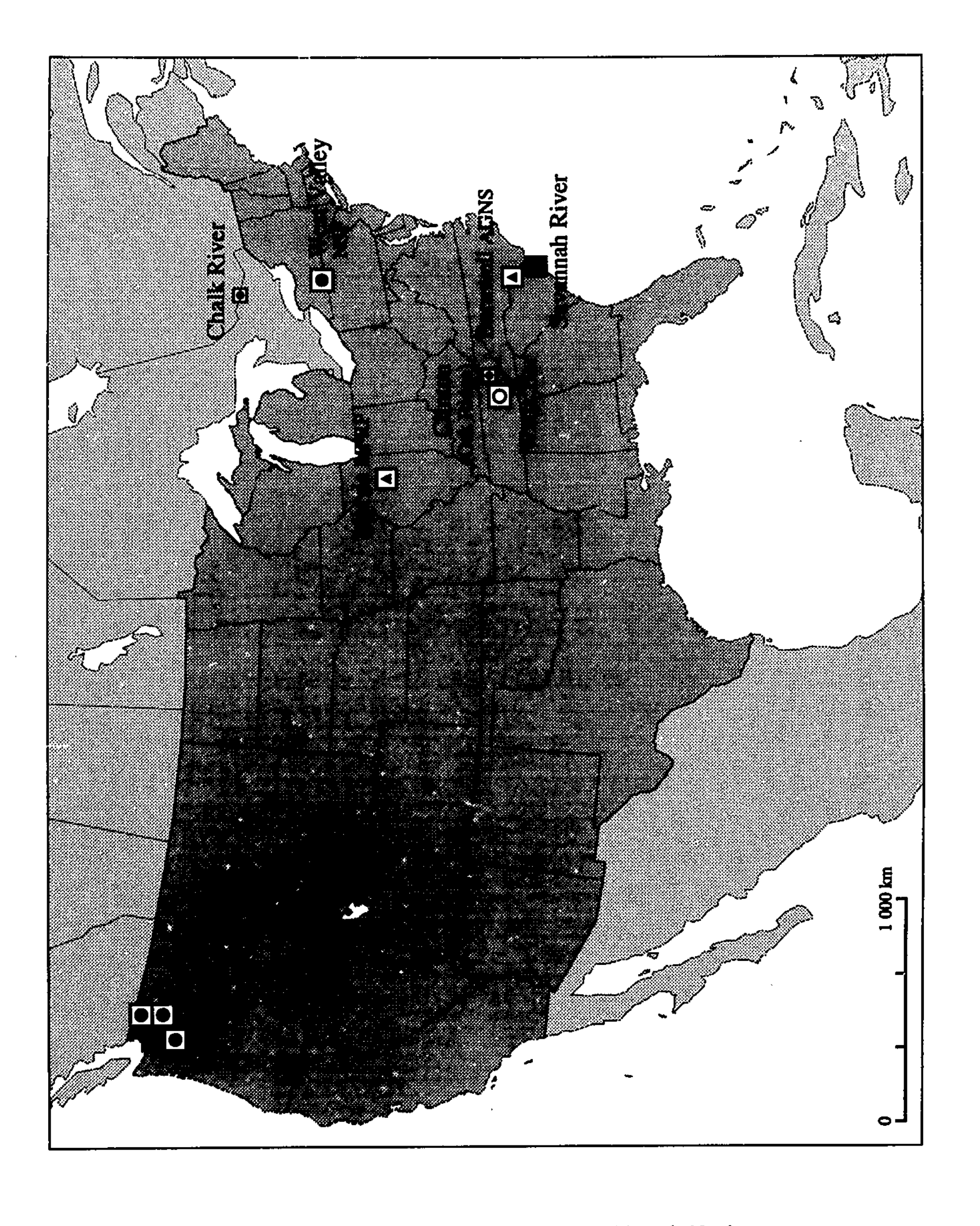



**Figure 181b.** Installations de retraitement en Amérique du Nord.

## Les installations de retraitement dans le reste du monde

Sho Mura
Tokai Mura
Trombay
1
2
Kalpa
0
5 000 km



Carte C. Installations de retraitement dans le reste du monde.

## *ANNEXE 9*

# Schémas chimiques de l'usine Eurochemic à la fin des années soixante

*(Voir pages suivantes)*

## Head-end

STACK
WASTE
DISSOLV.
Water lock
Absorption N-oxides
Safefy wash
Iodine absorption
Decanning gas scrub
Water lock
WASTE
Fuel
EXTRACT.
Dissolver
REWORK

## 1st extraction cycle

1st cycle solvent recovery

HNO3 4M

HNO3 1.5M

U (IV) 0.1M
HNO3 0.2M

U (IV) 0.1M
HNO3 0.2M

U 45g/l
Pu 0.1g/l
HNO3 0.1M

HNO3 0.01M

30°

U 286g/l
Pu 0.6g/l
HNO3 3M

U 85g/l
Pu 0.8g/l
HNO3 0.14M

U 79g/l
Pu 0.3g/l
HNO3 0.06M

U 56g/l
Pu 5g/l
HNO3 1M

60°

TBP 30%

TBP 30%

30°

60°

TO CU

U 0.13g/l
HNO3 1.43M

U 35g/l
Pu 3.16g/l
HNO3 2M

U 0.2g/l
Pu 4.8g/l
HNO3 0.9M

U 66g/l
HNO3 0.02M

F.P. Concentration

2nd Pu cycle

**Figure 182. Schémas chimiques établis en 1968 pour l'ensemble du procédé.**
**(Source : BARENDREGT T. (1968), figures 15 à 21.(I))**

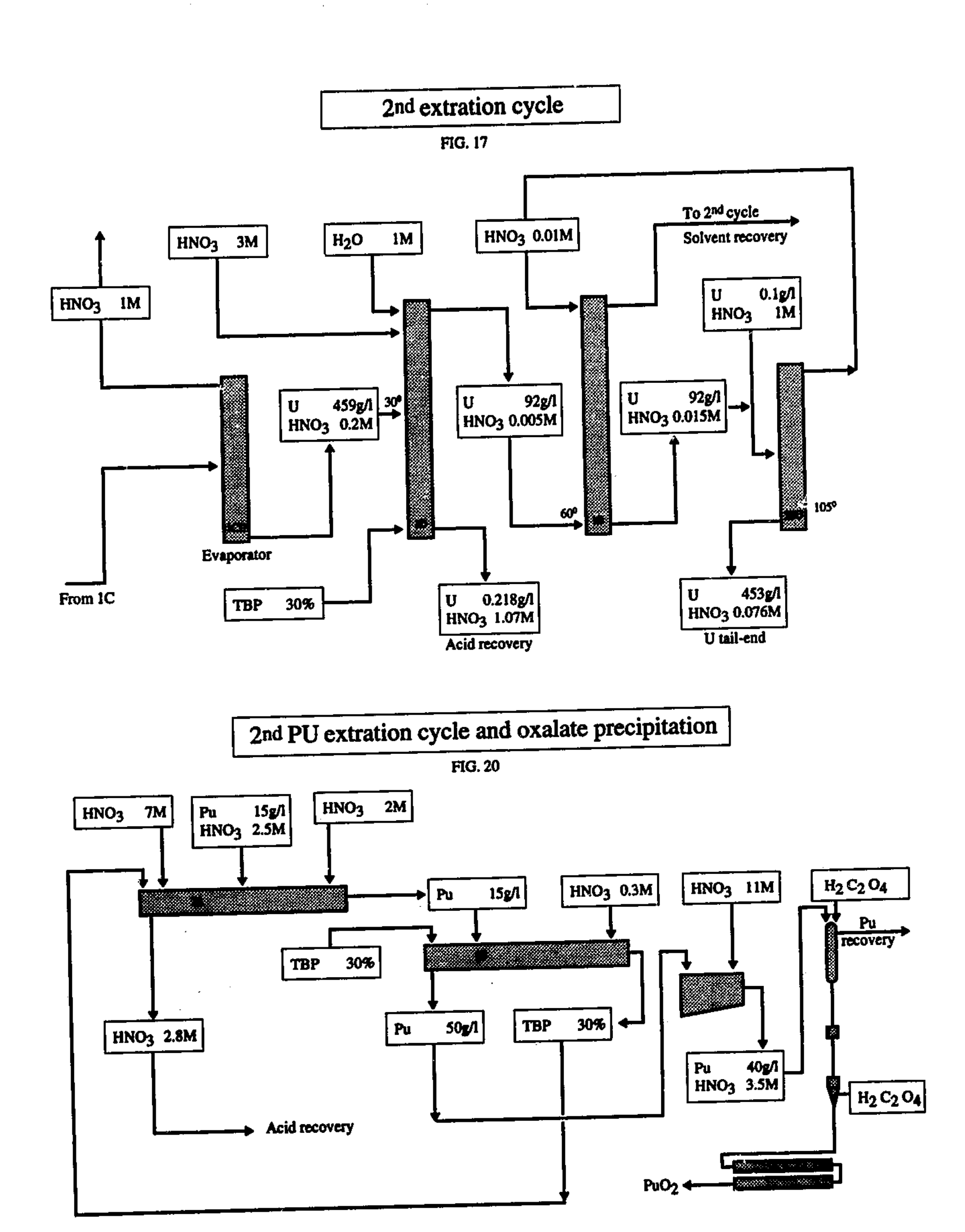



**Figure 183.** Schémas chimiques établis en 1968 pour l'ensemble du procédé. (Source : BARENDREGT T. (1968), figures 15 à 21.(II))

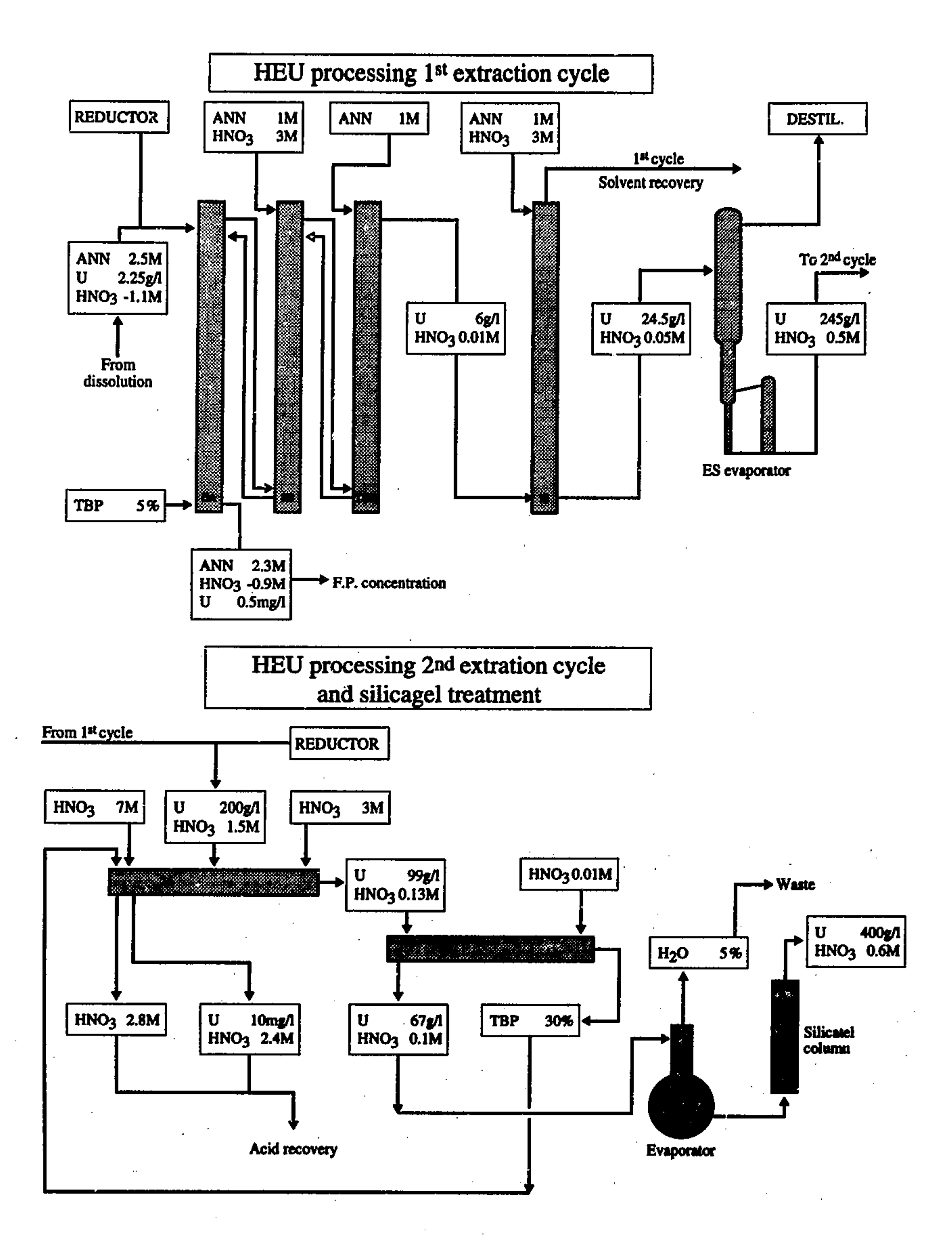



**Figure 184. Schémas chimiques établis en 1968 pour l'ensemble du procédé. (Source : BARENDREGT T. (1968), figures 15 à 21. (III))**

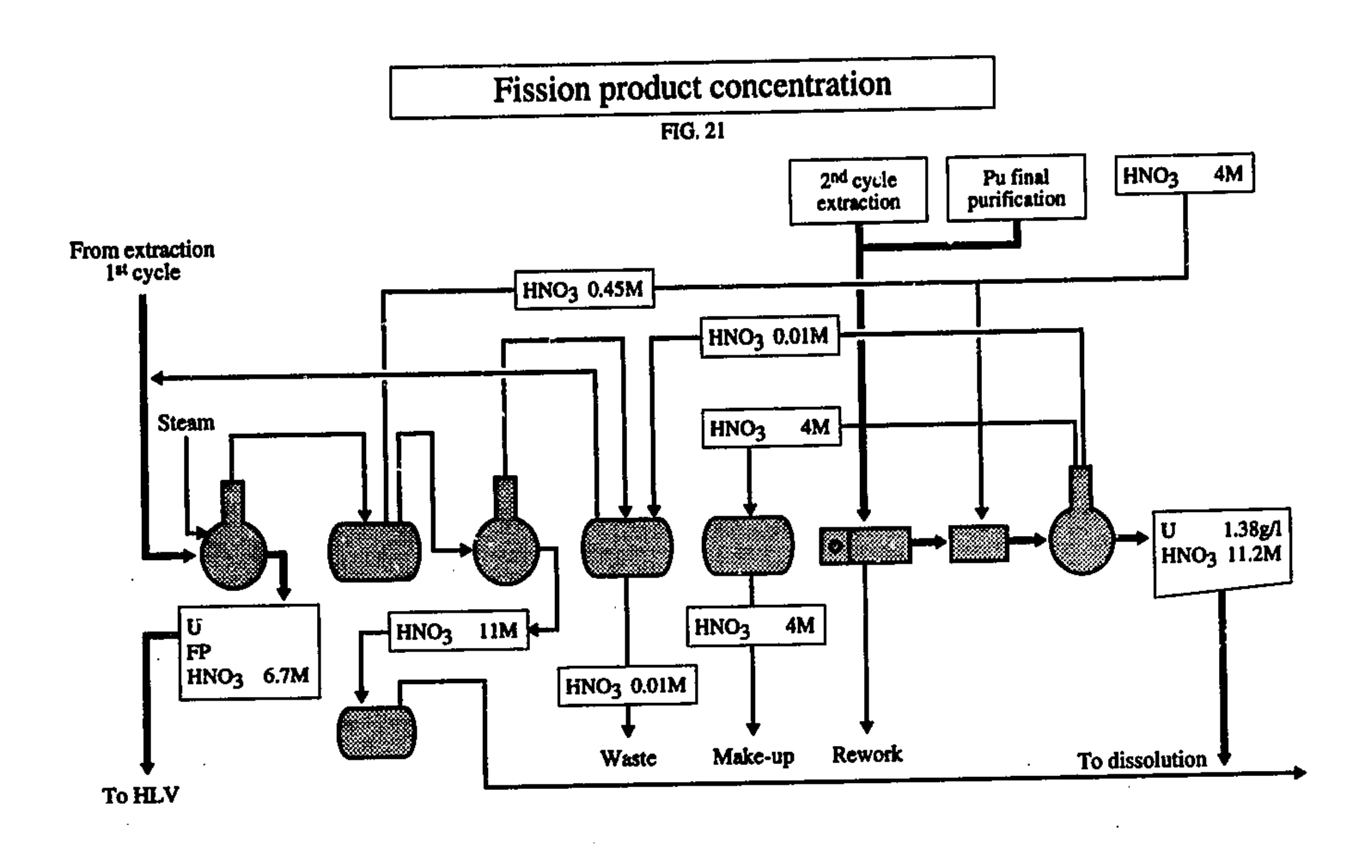



**Figure 185.** Tableau de dissolution des éléments de gainage et des coeurs de combustibles irradiés dans la tête de procédé de l'usine Eurochemic. (Source : BARENDREGT T. (1968), tableau 1, non paginé.)

Tableau 141. **Tableau de dissolution des éléments de gainage et des coeurs de combustibles irradiés dans la tête de procédé de l'usine Eurochemic. (Source : BARENDREGT T. (1968), tableau 1, non paginé.)**

| **Materiaux** | **Produits Chimiques** | **Produits** | |
|---|---|---|---|
| | | ***Solutions*** | ***Gaz*** |
| AL | NaOH | $NaAlO_2$ – NaOH | $H_2$ |
| Mg | $H_2SO_4$ | $MgSO_4$ – $H_2SO_4$ | $H_2$ |
| Zr | $NH_4F$ – $NH_4NO_3$ | $(NH_4)_2ZrF_6$ | $NH_2$ |
| Acier, Cr | $H_2SO_4$ | $Fe(CrNi)SO_4$ – $H_2SO_4$ | $H_2$ |
| Ni | | | |
| U | $HNO_3$ | $UO_2(NO_3)_2$ – $HNO_3$ | Oxydes $N_2$ I 131 |
| U, Mo | $HNO_3$ | $UO_2(NO_3)_2$ – $HNO_3$ $H_2MoO_4H_2O$ prec. | Oxydes $N_2$ I 131 |
| U, Al | $HNO_3$ – $Hg^-$ | $UO_2(NO_3)_2$ – $Al(NO_3)_3$ | Oxydes $N_2$ I 131 |
| $UO_2$ | $HNO_3$ | $UO_2(NO_3)_2$ | Oxydes $N_2$ I 131 |

**Figure 186.** Schémas chimiques établis en 1968 pour l'ensemble du procédé. (Source : BARENDREGT T. (1968), figures 15 à 21. (IV)

*ANNEXE 10*

## Tableaux des éléments chimiques

Tableau 142a. **Classement par numéro atomique croissant.**

*Italique: gaz* **gras: liquide à 20°** souligné: artificiel

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *H* | *Hydrogène* | 36 | *Kr* | *Krypton* | 71 | Lu | Lutetium |
| 2 | *He* | *Hélium* | 37 | Rb | Rubidium | 72 | Hf | Hafnium |
| 3 | Li | Lithium | 38 | Sr | Strontium | 73 | Ta | Tantale |
| 4 | Be | Beryllium | 39 | Y | Yttrium | 74 | W | Tungstène |
| 5 | B | Bore | 40 | Zr | Zirconium | 75 | Re | Rhenium |
| 6 | C | Carbone | 41 | Nb | Niobium | 76 | Os | Osmium |
| 7 | *N* | *Azote* | 42 | Mo | Molybdène | 77 | Ir | Iridium |
| 8 | *O* | *Oxygène* | 43 | Tc | Technetium | 78 | Pt | Platine |
| 9 | *F* | *Fluor* | 44 | Ru | Ruthenium | 79 | Au | Or |
| 10 | *Ne* | *Néon* | 45 | Rh | Rhodium | 80 | **Hg** | **Mercure** |
| 11 | Na | Sodium | 46 | Pd | Palladium | 81 | Tl | Thallium |
| 12 | Mg | Magnesium | 47 | Ag | Argent | 82 | Pb | Plomb |
| 13 | Al | Aluminium | 48 | Cd | Cadmium | 83 | Bi | Bismuth |
| 14 | Si | Silicium | 49 | In | Indium | 84 | Po | Polonium |
| 15 | P | Phosphore | 50 | Sn | Etain | 85 | At | Astate |
| 16 | S | Soufre | 51 | Sb | Antimoine | 86 | *Rn* | *Radon* |
| 17 | *Cl* | *Chlore* | 52 | Te | Tellure | 87 | **Fr** | **Francium** |
| 18 | *Ar* | *Argon* | 53 | I | Iode | 88 | Ra | Radium |
| 19 | K | Potassium | 54 | *Xe* | *Xénon* | 89 | Ac | Actinium |
| 20 | Ca | Calcium | 55 | Cs | Césium | 90 | Th | Thorium |
| 21 | Sc | Scandium | 56 | Ba | Baryum | 91 | Pa | Proactinium |
| 22 | Ti | Titane | 57 | La | Lanthane | 92 | U | Uranium |
| 23 | V | Vanadium | 58 | Ce | Cerium | 93 | Np | Neptunium |
| 24 | Cr | Chrome | 59 | Pr | Praseodyme | 94 | Pu | Plutonium |
| 25 | Mn | Manganèse | 60 | Nd | Néodyme | 95 | Am | Américium |
| 26 | Fe | Fer | 61 | Pm | Prométhium | 96 | Cm | Curium |
| 27 | Co | Cobalt | 62 | Sm | Samarium | 97 | Bk | Berkelium |
| 28 | Ni | Nickel | 63 | Eu | Europium | 98 | Cf | Californium |
| 29 | Cu | Cuivre | 64 | Gd | Gadolinium | 99 | Es | Einsteinium |
| 30 | Zn | Zinc | 65 | Tb | Terbium | 100 | Fm | Fermium |
| 31 | Ga | Gallium | 66 | Dy | Dysprosium | 101 | Md | Mendelevium |
| 32 | Ge | Germanium | 67 | Ho | Holmium | 102 | No | Nobelium |
| 33 | As | Arsenic | 68 | Er | Erbium | 103 | Lr | Lawrencium |
| 34 | Se | Selenium | 69 | Tm | Thulium | 104 | Unq | Unnilquadium |
| 35 | **Br** | **Brome** | 70 | Yb | Ytterbium | | | |

Tableau 142b. **Classement suivant l'ordre alphabétique des symboles.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ac | Actinium | *H* | *Hydrogène* | Pu | Plutonium |
| Ag | Argent | *He* | *Hélium* | Ra | Radium |
| Al | Aluminium | Hf | Hafnium | Rb | Rubidium |
| Am | Américium | **Hg** | **Mercure** | Re | Rhenium |
| *Ar* | *Argon* | Ho | Holmium | Rh | Rhodium |
| As | Arsenic | I | Iode | *Rn* | *Radon* |
| At | Astate | In | Indium | Ru | Ruthenium |
| Au | Or | Ir | Iridium | S | Soufre |
| B | Bore | K | Potassium | Sb | Antimoine |
| Ba | Baryum | *Kr* | *Krypton* | Sc | Scandium |
| Be | Beryllium | La | Lanthane | Se | Selenium |
| Bi | Bismuth | Li | Lithium | Si | Silicium |
| Bk | Berkelium | Lr | Lawrencium | Sm | Samarium |
| **Br** | **Brome** | Lu | Lutetium | Sn | Etain |
| C | Carbone | Md | Mendelevium | Sr | Strontium |
| Ca | Calcium | Mg | Magnesium | Ta | Tantale |
| Cd | Cadmium | Mn | Manganèse | Tb | Terbium |
| Ce | Cerium | Mo | Molybdène | Tc | Technetium |
| Cf | Californium | *N* | *Azote* | Te | Tellure |
| *Cl* | *Chlore* | Na | Sodium | Th | Thorium |
| Cm | Curium | Nb | Niobium | Ti | Titane |
| Co | Cobalt | Nd | Néodyme | Tl | Thallium |
| Cr | Chrome | *Ne* | *Néon* | Tm | Thulium |
| Cs | Césium | Ni | Nickel | U | Uranium |
| Cu | Cuivre | No | Nobelium | Unq | Unnilquadium |
| Dy | Dysprosium | Np | Neptunium | V | Vanadium |
| Er | Erbium | *O* | *Oxygène* | W | Tungstène |
| Es | Einsteinium | Os | Osmium | *Xe* | *Xénon* |
| Eu | Europium | P | Phosphore | Y | Yttrium |
| *F* | *Fluor* | Pa | Proactinium | Yb | Ytterbium |
| Fe | Fer | Pb | Plomb | Zn | Zinc |
| Fm | Fermium | Pd | Palladium | Zr | Zirconium |
| **Fr** | **Francium** | Pm | Prométhium | | |
| Ga | Gallium | Po | Polonium | | |
| Gd | Gadolinium | Pr | Praseodyme | | |
| Ge | Germanium | Pt | Platine | | |

# Sources, bibliographie et références

### *Abréviations et codage des références aux Archives, aux séries imprimées et aux journaux et revues*

*Archives et séries imprimées*

| | |
|---|---|
| Actes, vol.,année,n° de l'Acte | Actes du Conseil des Ministres de l'OECE/OCDE |
| AG(année) n° | Assemblée Générale d'Eurochemic |
| C(année) n° | Conseil OECE/OCDE |
| CA (année) n° | Conseil d'Administration d'Eurochemic |
| CDEN(1958) | Rapport du Comité de Direction de l'Energie Nucléaire (CDEN) |
| CL(année) n° | Collège des Liquidateurs d'Eurochemic |
| ENB n°(année) | Eurochemic News Bulletin |
| ETR n° (année) | Eurochemic Technical Report, rapport technique |
| EUROCHEMIC (année) n° | Syndicat d'Etudes Période intérimaire |
| EUROCHEMIC/CA (année) n° | Conseil d'Administration intérimaire |
| NE(année) n° | Comité Spécial de l'Energie nucléaire (29/2/1956) |
| NE/EUR(année) n° | Groupe Spécial (Eurochemic) du CDEN |
| NE/EUR/WP (année) n° | Groupe de travail du Groupe spécial du CDEN |
| RAE (1970-1974) | Rapport de synthèse sur les activités d'Eurochemic de 1970 à 1974 |
| RAE(année) | Rapport annuel d'activités Eurochemic (de 1967 à 1969, puis de 1975 à 1984) |
| RAE 1 | Premier Rapport d'activités Eurochemic 1959-1961 |
| RAE 2 | Second Rapport d'activités Eurochemic 1962-1964 |
| RAE 3 | Troisième Rapport d'activités Eurochemic 1965-1966 |
| RAEEN/OCDE(année) | Rapport de l'Agence Européenne de l'Energie Nucléaire (1960 à 1972) |
| RAEEN/OECE(année) | Rapport de l'Agence Européenne de l'Energie Nucléaire avant 1960 |
| RAEN/OCDE(année) | Rapport de l'Agence pour l'Energie Nucléaire après 1972. |
| SEN (année) n° | Syndicats d'Etudes de l'AEEN |
| SEN/CHEM(année) n° | Syndicat d'Etudes retraitement chimique (septembre 1956) |
| SEN/CHEM/WD (année) n° | Sous-groupe technique du syndicat d'Etudes |

*Journaux et revues.*

| | |
|---|---|
| AtW | Die Atomwirtschaft, depuis 1956, Düsseldorf |
| EN | Energie nucléaire, 1957-1973, Paris |
| RGN | Revue générale nucléaire, depuis 1974, Paris |
| NEW | Nuclear Europe (1982-1989) puis Nuclear European Worldscan, Genève |

# Sources

## *Archives Eurochemic*[1]

*Avant la signature de la Convention et des Statuts du 20 décembre 1957*

Documents du Conseil de l'OECE.

Documents du Comité de Direction de l'Energie nucléaire.

Documents du Syndicat d'Etudes Eurochemic.

*Période intérimaire (décembre 1957-juillet 1959)*

Documents du Comité de Direction de l'Energie nucléaire.

Documents du Syndicat d'Etudes intérimaire.

Documents du Conseil d'Administration intérimaire.

Documents du Comité de Direction Eurochemic.

*De 1959 à 1990*

Documents du Groupe Spécial Eurochemic du Comité de Direction de l'Energie nucléaire, l'AEEN, puis l'AEN.

Documents du Conseil d'Administration de la Société Eurochemic jusqu'au 27 juillet 1982, suivis par ceux du Collège des Liquidateurs jusqu'au 28 novembre 1990.

*Documents hors-séries (par ordre chronologique)*

LECLERQ-AUBRETON Y., ASYEE J., NORAZ M. (1968), Preliminary Study of an international financial nuclear energy company, FINUCLEAIRE, non paginé, daté du 20 octobre 1968.

MEMORANDUM OF UNDERSTANDING (1970), Understanding between Eurochemic and the UKAEA, 15octobre 1970.

CONVENTION (1978) Convention entre le Gouvernement du Royaume de Belgique et la Société Eurochemic sur la reprise des installations et l'exécution des obligations légales de la Société, 24 juillet 1978, trilingue néerlandais, français, anglais.

Recueil des Conventions, protocole et "Lump sum agreement" de 1978, 1981,1983,1986, trilingue néerlandais, français,anglais.

VAN MERKSEN Baron (1979), Une entreprise de l'AEN(OCDE), vingt ans d'existence d'Eurochemic, rapport de stage.

Memorandum sur la reprise du personnel de la Société par une entité belge, Mol, le 20 mai 1983.

CA (07)/M/1, Copy of the minutes of the 150th meeting of the Board of Directors held in Mol on 1st April 2007. (datation probable 1982).

VIEFERS W. (1986), Incidents at Eurochemic, description and evaluation, rapport non publié d'avril 1986.

VIEFERS W. (s.d.), Waste treatment developments, practices and experience at Eurochemic, rapport non publié, datant probablement de 1985.

Agreement between the CIEMAT and EUROCHEMIC, Madrid, 20th January 1988.

## *Sources orales*

*Ont accepté de répondre aux questions de l'auteur*[2]:

Jacques Couture, Direction des contrats, Cogéma, (12/11/1991),Vélizy.

Maurits Demonie, technicien puis ingénieur à Eurochemic puis Belgoprocess depuis 1962. (21/4/1992), Mol.

Emile Detilleux, Directeur général d'Eurochemic de 1973 à 1984. (8/01/1992, 11/12/1992), Bruxelles.

---

[1] Les Archives historiques d'Eurochemic seront transférées, après l'exploitation qui en est faite dans cet ouvrage, aux Archives historiques de l'Union européenne à Florence en vertu d'une Convention passée entre l'OCDE et l'UE.

[2] Ne sont indiquées ici que les fonctions les plus élevées occupées en relation avec l'histoire d'Eurochemic.

Louis Geens, ingénieur à Eurochemic puis Belgoprocess. (22/04/1992), Mol.

Pierre Huet, Directeur Général de l'AEEN de 1959 à 1963, conseiller juridique d'Eurochemic de 1963 à 1990. (19/02/1992), Paris.

Yves Leclercq-Aubreton, Directeur général d'Eurochemic de 1969 à 1972 (3/6/1994), Paris.

Michel Lung, ingénieur à SGN (29/4 et 5/05/1994), Issy-Les-Moulineaux, Mareil-Marly.

Oscar Martinelle, Directeur financier d'Eurochemic(4/12/1991), Mol.

André Mongon, ingénieur chargé de l'électricité et de l'instrumentation 1962-1964 (15/5/1992), Paris.

André Redon, ingénieur au CEA, Directeur technique d'Eurochemic 1972-1974 (10/6/1992), Paris.

Rudolf Rometsch, Directeur général d'Eurochemic de 1964 à 1968 (8/01/1992), Bruxelles.

Walter Schüller, Chef de section à Eurochemic, Directeur de l'usine-pilote de Karlsruhe, (30/05/1994), Weinheim.

Earl Shank, ingénieur, conseiller américain auprès d'Eurochemic de 1962 à 1969 (19/4/1994), Bruges.

Yves Sousselier, Président du Comité Technique d'Eurochemic de 1957 à 1990(08/01/1992), Bruxelles.

Pierre Strohl, Directeur général adjoint de l'AEN/OCDE de 1982 à 1992. (17/12/1991, 23/01/1992, 04/02/1992), Paris.

## *Sources iconographiques*

*Archives Eurochemic*

L'usine Eurochemic a fait réaliser des films 16 mm, qui ont été visionnés:

3 films de 16 mn ont été réalisés en 1966: Construction d'une usine, le procédé Purex, "Operating the plant".

La vitrification des déchets par PAMELA,14 mn, 1983.

Les archives comprennent des dossiers photographiques et des diapositives. Une sélection en a été réalisée avec l'aide de Willem Drent, ancien Chef du service de documentation d'Eurochemic.

*Belgoprocess*

La firme possède un fonds de diapositives et de photos. Une sélection en a été réalisée avec l'aide de Willem Drent.

### Sources imprimées

*Rapports d'activité*

Périodiques de 1961 à 1966 (3 éditions, couvrant respectivement la période 1959-1961, 1962-1964, 1965-1966), annuels de 1966 à 1969, un volume de synthèse 1970-1974 à partir des rapports annuels non publiés CA(71)2, CA(72)1, CA(73)1, CA(74)2, CA(75)2, puis à nouveau annuel de 1975 à 1984.

Il s'agit de la reprise du rapport présenté par le Directeur général au Conseil d'administration. Les rapports sont bilingues jusqu'en 1968 et en anglais seulement après cette date.

*Rapports techniques (ETR)*

Eurochemic Technical Reports.

Il en existe une bibliographie avec abstracts dans ETR 300 et 300 Supplement (1980,1990). A signaler tout particulièrement la publication sur le colloque de Geel sur l'expérience d'Eurochemic:

ETR 318: DRENT W., DELANDE E. (1984), Proceedings of the Seminar on Eurochemic experience, June 9-11,1983, Mol, ainsi que

HUMBLET L. (1987), Performance assessment of the Eurochemic Reprocessing Plant.

*Journal d'entreprise (ENB)*

Eurochemic News Bulletin:, journal d'entreprise édité d'août 1960 à décembre 1966 (18 numéros).

*Autres publications Eurochemic*

Par ordre chronologique.

BARENDREGT T. et al. (1964), Conception de l'usine de retraitement d'Eurochemic, juillet 1964.

Safety Analysis ( novembre 1965), 3 volumes de texte et 1 volume de figures.

Manuel du personnel (1966).

Inauguration d'Eurochemic, Programme de la cérémonie, brochure publiée par l'OCDE pour le 7 juillet 1966.

DETILLEUX E.(1966), Le laboratoire de développement industriel d'Eurochemic, son rôle, ses moyens, juillet 1966, brochure de présentation.

LOPEZ-MENCHERO E.(1968), Eurochemic processes for the treatment of radioactive effluents from a multipurpose nuclear fuel aqueous processing plant, mai 1968, brochure.

BARENDREGT T. (1968), Conception de l'usine de retraitement d'Eurochemic, mai 1968. Reprise actualisée du livret de 1964 (cf. supra).

Brochure publicitaire, s.d. (probablement 1970), 4p.

Réglement de travail ( octobre 1982).

## *Sources de presse et publications extérieures par des acteurs de l'entreprise*

**Eurochemic**

BAZILE F. (1965), Eurochemic, éditorial d' Energie nucléaire, et Situation du projet, EN, pp.317-320.

BUSEKIST O. von (1980), Der Werdegang der Eurochemic, eine Bilanz, AtW, mai. Traduction française dans:

BUSEKIST O. von (1982), Eurochemic, échec ou exemple, Consensus, n°2, p.2-14.

BUSEKIST O. von, DETILLEUX E., OLIVIER J.P. (1983), Fuel reprocessing and radioactive waste management, twenty years of experience in the OECE Nuclear Energy Agency and the Eurochemic Company, IAEA (1983), vol.3, pp.83-100.

DETILLEUX E. (1969), Le dégainage chimique: expérience acquise à Eurochemic, EN, pp.292-297.

DETILLEUX E. (1978), Mise à l'arrêt des installations d'Eurochemic: programme, évolution et enseignements, RGN, 1978, 3, pp.177-186.

DREISSIGACKER H., FICHTNER H., REINARTZ W. (1966), Bau des Dissolvers für die Eurochemic Wiederaufarbeitungsanlage, AtW, avril 1966, pp.170-173

ENERGIE NUCLEAIRE (1959), La Société de Chimie industrielle, la Société des amis de la maison de la Chimie ont reçu le Conseil d'Administration d'Eurochemic, pp.185-189. (Discours)

HILD W., DETILLEUX E., GEENS L. (1980), Some recommandations for plant design and layout resulting from the decontamination of the Eurochemic reprocessing plant and the partial decommissioning of some of its facilities, AEN/OCDE (1980), pp.197-208.

HUET P. (1958), L'AEEN et la Société Eurochemic, contribution à l'étude des sociétés internationales, Annuaire français de droit international (AFDI), Paris.

FREROTTE M. (1988), L'avenir des installations d'Eurochemic, Belgoprocess ou Belgowaste?, Intercommunale, 1er trimestre 1988, Bruxelles.

MONGON A. (1964), Instrumentation et automatisme dans une usine de retraitement de combustibles irradiés, EN, pp.150-158.

OSIPENCO A. (1980), Occupational radiation exposure at the Eurochemic reprocessing plant during normal operation and intervention periods, Occupational radiation exposure in nuclear fuel facilities, AIEA, Vienne 1980, pp.439-450.

OSIPENCO A., DETILLEUX E., FERRARI P. (1980), Décontamination et démantèlement partiel de l'usine de retraitement Eurochemic. Enseignements relatifs à la radioprotection et à la gestion des déchets, AEN/OCDE (1980), pp.255-262.

POHLAND E. (1958), Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe, technische und wirtschaftliche Probleme, Atw, oktober 1958, pp.385-388.

POHLAND E., BARENDREGT T. (1961), Die Aufarbeitung bestrahlter Kernspaltstoffe in der Eurochemic-Anlage, AtW, märz 1961, pp.149-153.

POHLAND E., STROHL P. (1962), Die Zusammenarbeit der Eurochemic mit der europaïschen Industrie beim Bau der Eurochemic-Anlage, AtW, Aug/Sept., pp.403-409

ROMETSCH R. (1966), Wiederaufarbeitung abgebrannter Kernbrennstoffe in Europa – Aufgaben der Eurochemic, AtW, August-September 1966, pp.423-427.

SOUSSELIER Y. (1958), Eurochemic, premier exemple de collaboration européenne atomique, EN, pp.180-182.

SOUSSELIER Y. (1962), Eurochemic, buts et organisation de la Société, EN, pp.510-516.

STROHL P. (1961), Problèmes juridiques soulevés par la constitution et le fonctionnement de la Société Eurochemic., Annuaire français de droit international, pp.569-591, Paris.

STROHL P. (1991), Les aspects internationaux de la liquidation de la société Eurochemic, Annuaire français de droit international, Paris, pp.727-738.

**PAMELA**

DEMONIE H., WIESE H. (1990), Operation of the Pamela High-level waste vitrification facility, paper presented at the Jahrestagung Kerntechnik 1990, s.l.

DWK (1985), PAMELA, ein Projekt wird verwirklicht, Scherrer-Druck, Hanovre.

DWK (sans date), Verglasungsanlage PAMELA in Mol/Belgien, brochure de présentation de 27 p.

HEIMERL W. (1975), HAW-Glaspartikel in Metallmatrix; ein endlagerfähiges Verfestigungsprodukt für hochradioaktive Lösungen, AtW, juillet-août 1975, pp.347-349.

HÖHLEIN G. (1985), PAMELA: advanced technology for Waste Solidification, NEW, 1985, 2, pp.16-17.

KAUFMANN F., WIESE H. (1987), Vitrification of high level waste, RECOD (1987), pp.279-288.

KUHN K.-D., WIESE H., DEMONIE M. (1991), HLLW conditioning in the PAMELA vitrification plant, RECOD (1991), pp.273-277.

LUTZE W., CLOSS K.-D., TITTEL G., BRENNECKE P., KUNZ W. (1994), Vitrified HLW and spent fuel management, AtW, 1994, 2, pp.123-127.

TITTMANN E., SCHEFFLER K. (1987), PAMELA's LEWC campaign, s.l.

**ALONA**

SWENNEN R., CUYVERS H., VAN GEEL J., WIECZOREK H. (1984), The treatment of combustible alpha-wastes at Eurochemic using acid digestion and a plutonium recovery process. First results of the active operation of a demonstration plant, American Nuclear Society, Idaho Section ed., Fuel Reprocessing and Waste Management, Jackson, Wyoming, August 26-29, 1984, Proceedings vol. 1, pp.549-563.

WIECZOREK H., OSER B. (1986), Entwicklung und aktive Demonstration des Verfahrens der Naßveraschung brennbarer plutoniumhaltiger Festabfälle, KfK Nachrichten, vol.18, n°2, pp.77-82.

**Belgoprocess**

DE CONINCK, DEMONIE M., CLAES J. (1986), Design and preliminary experience of interim storage facility for vitrified Waste, NEW, 1986, 9, pp.27-29.

Rapports annuels de Belgoprocess et de l'ONDRAF 1987 à 1990.

TEUNCKENS L. (1993), Decommissioning of final product storage buildings at ex-Eurochemic reprocessing plant, NEW, 1993, 11-12, p.60.

## *Autres sources imprimées*

### Documents de l'OECE puis de OCDE

Actes du Conseil (depuis 1948).

*Agence pour l'Energie nucléaire*

Rapport du Comité de Direction de l'Energie Nucléaire de l'OECE(mars 1958), en abrégé CDEN (1958)

Rapports annuels de l'Agence Européenne pour l'Energie Nucléaire de l'OECE puis OCDE (1958 à 1971).

Rapports annuels de l'Agence de l'OCDE pour l'Energie nucléaire (1972 à 1990)

OECE (1955), Quelques aspects du problème européen de l'énergie, appelé aussi "Rapport Armand, juin, Paris.

OECE (1956a), Possibilités d'action dans le domaine de l'énergie nucléaire, appelé aussi "Rapport Nicolaïdis", janvier, Paris.

OECE (1956b), L'Europe face à ses besoins croissants en énergie, appelé aussi "Rapport Hartley", mai, Paris.

OECE (1956c), L'action commune des pays de l'OECE dans le domaine de l'énergie nucléaire, septembre, Paris.

*Autres organismes*

CEA (1962), Eurochemic 1958-1962, origines, structures, perspectives, rapport du Service des Etudes de la Direction financière et comptable.

CEEA (1958), Rapport sur la situation des industries nucléaires dans la Communauté, Bruxelles.

CEMT(1955), Eurofima, Société européenne pour le financement de matériel ferroviaire, Actes constitutifs, Berne.

EURATOM Bulletin (1968), Rapport d'ensemble sur la politique nucléaire de la Communauté, VII/1968.

HOSTE A., JAUMOTTE A. (1976a), Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire, Rapports de synthèse, mars 1976, Royaume de Belgique, Ministère des affaires économiques, Bruxelles

HOSTE A., JAUMOTTE A. (1976b), Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire, Rapports techniques, vol.VIII, Le cycle du combustible,Royaume de Belgique, Ministère des affaires économiques, Bruxelles.

HOSTE A., JAUMOTTE A. (1982), Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire, Rapport final, éléments d'actualisation, Royaume de Belgique, Ministère des affaires économiques, Secrétariat d'Etat à l'énergie, Bruxelles.

SYBELPRO (1983), Syndical agreement, accord du 13 décembre 1982.

*Mémoires*

HIRSCH E. (1988), Ainsi va la vie, Lausanne.

MARJOLIN R. (1986), Le travail d'une vie, Mémoires 1911-1986, Laffont, Paris.

MONNET J. (1976), Mémoires, Fayard, Paris. (Edition du Livre de Poche).

# Bibliographie

## *Première section*
## *Sciences et techniques nucléaires et histoire des sciences et techniques nucléaires*

*Retraitement*

Généralités et aspects internationaux du retraitement

AEEN/OCDE-EUROCHEMIC (1963a), Aqueous Reprocessing Chemistry for Irradiated Fuels, La chimie du retraitement par voie aqueuse des combustibles irradiés, Symposium de Bruxelles 1963, Paris.

AEEN/OCDE-EUROCHEMIC (1963b)Colloquy [sic] on instrumentation in plants for the chemical reprocessing of irradiated fuels / Colloque sur l'instrumentation dans les usines de traitement chimique des combustibles irradiés, Paris, 22-23 novembre 1963, Paris.

AEN/OCDE (1977), Retraitement du combustible nucléaire dans les pays de l'OCDE, Paris.

AEN/OCDE (1986), Gestion du combustible nucléaire irradié, expériences et options, Paris.

BERN J.B., WAISS Y. (1983), Contrôle en ligne dans les usines de retraitement, RGN, 1983, 5, pp.406-408.

CHAUVE M. et al. (1986),Construction materials for spent fuel reprocessing plants, NEW, 1986, 2, pp.19-21.

CHAYES A., LEWIS W.B. ed. (1977), International arrangements for Nuclear Fuel Reprocessing, Cambridge (Mass.).

DELANGE M. (1985b), Operating experience with reprocessing plants, AtW, 1985, 1, pp.24-28.

GOMEZ J. (1983), Utilisation de l'instrumentation conventionnelle dans les usines de retraitement, RGN 1983, 5, pp.401-405.

LANDRY J.W.(1955), Appareils d'échantillonnage de haute activité pour usines de traitement radiochimique, ONU (1955), P/549, pp.635-638.

LOWRANCE W.W. (1977), Nuclear futures for sale: issues raised by the West-German Brazilian nuclear agreement, CHAYES A., LEWIS W.B. ed. (1977), pp.201-221.

NUCLEAR ENGINEERING INTERNATIONAL (1993), Reprocessing versus direct disposal: weighing up the costs, n°spécial "Spent fuel management and transport", pp.12-14.

ONU (1956), Actes de la Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, volume IX, Materiaux: essai et traitement chimique, Genève.

ONU (1958), Actes de la deuxième Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, volume VIII, Combustibles irradiés et matières radioactives; protection contre les rayonnements, Genève.

ONU (1965), Proceedings of the Third International Conference on the Peaceful uses of Atomic Energy, volume X, Nuclear Fuels-I. Fabrication and Reprocessing, volume XIV, Environmental Aspects of Atomic Energy and Waste Management, New York.

ONU-IAEA (1972), Peaceful Uses of Atomic Energy, proceedings of the Fourth International Conference on the peaceful uses of atomic energy, volume VIII, New York, Vienne.

PEROT J.P. (1983), La conduite du procédé dans les usines de retraitement de combustibles irradiés, RGN, 1983,5,pp. 398-401.

PRATT H.R.C. (1956), Caractéristiques du matériel pour extraction liquide-liquide utilisé pour le traitement de substances radioactives, ONU (1956), P/765, pp. 597-605.

RECOD (1987), International Conference on Nuclear Fuel Reprocessing and Waste Management, Actes de la Conférence ayant eu lieu au palais des Congrès de la Porte Maillot, Paris, du 23 au 27 août 1987. Sponsor: SFEN. Co-sponsor: European Nuclear Society, American Nuclear Society, Atomic Energy of Japan, 4 vol., 1628 p.

RECOD (1991), The Third International Conference on Nuclear Fuel Reprocessing and Waste Management, Proceedings. Actes de la conférence qui s'est tenue à Sendai du 14 au 18 avril 1991. Sponsors: Atomic Energy Society of Japan, Japan Industrial Forum. Co-sponsors: ANS, ENS, JAERI, PNC. 2 vol., 1154 p.

REGNAUT P. (1957), L'extraction du plutonium, EN, pp. 196-206.

SCHÜLLER W. (1983), Betriebserfahrung mit der Wiederaufarbeitung, eine internationale Übersicht, AtW, 1983, 2, pp. 80-85.

USAEC (1955), Selected Reference Material, United States Atomic Energy Program, volume Six, Chemical Processing and Equipment, Genève.

USAEC (1957), Symposium on the reprocessing of irradiated fuels, held at Brussels, Belgium, May 20-25, 1957, Rapport TID-7534, Oak Ridge (Tenn.).

Aspects régionaux ou nationaux du retraitement, installations de retraitement

**Europe**

AtW (1979), Abgabe radioaktiver Stoffe aus Wiederaufarbeitungsanlagen in der EG 1972-1976, AtW, 1979, 12, pp. 612-613.

FORATOM (1970), The future of reprocessing in Europe, a Foratom Study prepared by a groupe of experts, février 1970.

SCHLITT A.( 1975), Zur Situation der Wiederaufarbeitung in Europa, AtW, juillet-août 1975, pp. 335-338.

GAUDERNACK B. et al. (1965), Preliminary study of a fuel reprocessing pilot plant, ONU (1965), P/704, pp.247-251.

**Allemagne**

HOSSNER R. (1990), Wiederaufarbeitung 1999 - Verträge jetzt, AtW, 1990, 1, p. 17.

SOLFRIAN W. (1974), Wer gehört zu wem in der Deutschen Atomindustrie; Beteiligungen und Verflechtungen; Uranversorgung, Urananreicherung, Brennelementfertigung, Wieder-aufarbeitung, AtW, juin 1974, pp.309-315.

**WAK**

AtW (1970), Mit wichtigen Lieferungen an der WAK beteiligte Firmen, AtW, Februar 1970, pp. 95-96.

AtW (1986 à 1991), "Besondere Vorkommnisse" in der WAK, AtW, 1986, 12, pp. 626-627; AtW, 1987, 12, pp. 607-608; AtW, 1989, 2, pp. 98-100; AtW, 1990, 4, pp.203-204; AtW, 1991, 5, pp.250-252.

SCHÜLLER W. (1984), Betriebserfahrungen mit der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, AtW, 1984, 8-9, pp. 438-444.

SCHÜLLER W. (1985), Zwanzig Jahre GWK/WAK. Bilanz des Erreichten und Ausblick auf zukünftige Aufgaben, AtW, 1985, 4, pp. 178-181.

SCHÜLLER W., HUPPERT K.L., HOFFMANN W. (1975), Betriebserfahrungen mit der WAK; Folgerungen für die weitere technologische Entwicklung, AtW, juillet-août 1975, pp. 342-346.

WEINLÄNDER W., HUPPERT K.L., WEISHAUPT M. (1991), Twenty years of WAK reprocessing pilot plant operation, RECOD (1991), pp.55-63.

WILLAX H.O. (1987), HLWC storage at WAK, RECOD (1987), pp. 315-318

WILLAX H.O., WEISHAUPT M. (1987), Reprocessing plant Karlsruhe (WAK). Plant Experience and future Tasks, RECOD (1987), pp. 203-209.

**Projet de grande usine de retraitement allemande**

ISSEL W., KNOCH W. (1975), Zur Auslegung einer großen Wiederaufarbeitungsanlage, AtW, juillet-août 1975, pp. 339-342.

KOCH G., OCHSENFELD W., SCHMIEDER H. (1975), Überlegungen zum Fließschema einer Wiederaufarbeitungs-Großanlage, AtW, mars 1975, pp. 123-127.

GASTEIGER R.(1987), Safety design of the Wackersdorf reprocessing Plant, RECOD (1987), pp. 1291-1307.

HILPERT H.J. (1987), Floor response spectra of the main process building of a reprocessing plant against earthquake, airplane crash and blast, RECOD (1987), pp. 1347-1350.

LEISTER P., OESER H.R. (1991), Remote handling technology for reprocessing plants: lessons learnt from LAHDE, RECOD (1991), pp.163-168.

MISCHKE J. (1984), Konzept und Stand der Wiederaufarbeitungsanlage WA-350, AtW, 1984, 8-9, 434-438.

NEGIDIUS N. (1988a), Zum Rechtsstreit um die Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf, AtW, 1988, 2, p. 75 et 3 p. 125.

NEGIDIUS N. (1988b), Wackersdorf, Back to Square One ?, AtW, 1988, 9, p. 410.

SCHEUTEN G.H. (1985), Die deutsche Wiederaufarbeitungsanlage, AtW, 1985, 362-365.

SCHMIDT-KÜSTER W.-J. (1974), Das Entsorgungssystem im nuklearen Brennstoffkreislauf, AtW, juillet 1974, pp. 340-345.

WEINLÄNDER W. (1988), Germany's Wackersdorf Reprocessing Plant, NEW, 1988, 8-9, pp. 15 sq.

WILLAX H.-O., KUHN K.-D. (1987), Betriebliche Erprobung neuer Verfahren und Komponenten in der WAK, AtW, 1987, 2, pp.90-94.

ZÜHLKE P. (1974), Wiederaufarbeitung an der Schwelle zur wirtschaftlichen Nutzung, AtW, juillet 1974, pp. 346-351.

**Etats-Unis**

SCHWENNESEN J.L. (1958), Examen sommaire de la conception et de l'exploitation des usines de traitement du combustible nucléaire, ONU(1958), P/514.

THIRIET M. (1962), Coûts de retraitement des combustibles irradiés aux Etats-Unis, analyse et commentaires d'une étude de B. Manowitz publiée dans Nucleonics, février 1962, EN, pp. 217-221.

**ICPP**

LEMON R.B., REID D.G. (1956), Marche d'une usine de traitement radiochimique à entretien non télécommandé, ONU(1956), P/543.

NATIONAL REACTOR TEST STATION (1955), Chemical processing of Reactor Fuel Elements at the Idaho Chemical Processing Plant, USAEC(1955), vol.6, pp. 1-44.

**ORNL**

CULLER F.L., BLANCO R.E. (1965), Advances in aqueous processing of power reactor fuels, ONU (1965), P/249, pp.316-328.

**Metal Recovery et Thorex** (Oak Ridge)

BRUCE F.R., SHANK E.M. et al. (1958), Expérience acquise pendant le fonctionnement de deux installations pilotes de traitement chimique, ONU(1958), P/536.

**NFS, MFRP, Barnwell**

SINCLAIR E.E. et al. (1972), Existing and projected plants and processes for thermal reactor fuel recovery, ONU (1972), A/CONF.49/P/065.

**West valley (NFS)**

ENERGIE NUCLEAIRE (1962), Première usine privée de retraitement des combustibles irradiés aux Etats-Unis, EN, pp. 615-617.

**Barnwell**

LARSON H.J. (1987), The demise of the Barnwell Nuclear Fuel Plant. Impact of the public, press and politics, RECOD (1987), pp. 1109-1114.

**Royaume-Uni**

ALLARDICE R.H. (1990), Nuclear Fuel reprocessing in the United Kingdom, AtW, 1990, 8-9, pp. 436-439.

**Dounreay**

BOYLE J.G. et al. (1972), Operating experience with the UK Fuel reprocessing Plants at Windscale and Dounreay, ONU (1972), A/CONF.49/P/492.

BUCK C. et al. (1958), Traitements chimiques aux installations de l'UKAEA à Dounreay, ONU (1958), P/82, pp. 25-46.

**Windscale-Sellafield**

**Windscale 1 et 2**

CORNS H. et al. (1965), The new separation plant Windscale: design of plant and plant control methods, ONU(1965), P/161.

COOTE J.A., ANDERSON R.W. (1991), Occupational radiation exposure control at the nuclear fuel reprocessing plant at Sellafield, RECOD (1991), pp.224-229.

WARNER B.F. et al. (1965), The development of the new separation plant, Windscale, ONU(1965), P/160, pp. 224-231.

HUGHES T.G. et al. (1972), Development, design and operation of the oxide fuel reprocessing plant at the Windscale Works of BNFL, ONU (1972), A/CONF.49/P/491.

**THORP (Thermal Oxide Reprocessing Plant)**

CHAMBERLAIN L.N. (1988), Sellafield in the 1990s, NEW, 1988, 5, pp. 22-23.

NUCLEAR ENGINEERING INTERNATIONAL (1993), THORP awaits starting gun, february 1993, pp. 40-42.

NUCLEAR ENGINEERING INTERNATIONAL (1993), While THORP lies idle, BNFL news is bad, may 1993, p.14.

**France**

BARBE A. (1990), LWR Fuel reprocessing in France, AtW, 1990, 8-9, pp. 433-435.

CARLE R. (1987), Intervention lors de RECOD Paris, RECOD (1987), pp. 1559-1565.

DELANGE M. (1985a), Développement, expérience et innovation dans le retraitement, RGN, 1985, 6, pp. 559-568.

DEVEZEAUX DE LAVERGNE J.G. (1994), Wirtschaftlichkeit von Wiederaufarbeitung und Recycling, AtW, mai 1994, pp. 350-353.

GLOAGEN A., LENAIL B. (1991), Policy in France regarding the back-end of the fuel cycle: Reprocessing/Recycling Route, RECOD (1991), pp. 7-11.

LEWINER C.,GLOAGUEN A. (1988), The French Reprocessing Program, AtW, 1988, 5, pp. 227-229.

SCHAPIRA J.P., ZERBIB J.C. (1987), The "Castaing exercise": an original contribution to the technological evaluation of the back-end of the fuel cycle, RECOD (1987), pp. 1101-1108.

STRAUCH G. (1987), Die genehmigten Radioaktivitätsabgabewerte für französische Kernanlagen, AtW, 1987, 1, pp. 53-55.

LEDUC M., PELRAS M., SANNIER J., TURLUER G., DEMAY R. (1987), Etudes de corrosion sur les matériaux destinés aux usines de retraitement, RECOD (1987), pp. 1173-1180.

SIMONNET J., DEMAY R., BACHELAY J. (1987), Development and use of zirconium in reprocessing equipment, RECOD (1987), pp. 1215-1218.

SYROTA J. (1993), Why reprocess? The french view, Nuclear Engineering International, n° spécial "Spent fuel management and fuel transport", pp. 6-7.

**Usine pilote d'extraction du plutonium de Châtillon**

FAUGERAS P., REGNAUT P. (1957), L'usine-pilote d'extraction du plutonium de Châtillon. Résultats d'exploitation, EN, pp. 123-137.

**ATTILA (Fontenay-aux-Roses)**

BOURGEOIS M., COCHET-MUCHY B. (1968), Le retraitement des combustibles irradiés par voie sèche, EN, pp.192-200.

**Marcoule**

CEA (1963), La participation de l'industrie à la création et au fonctionnement du Centre de Marcoule, EN, pp.329-334.

TARANGER P. (1956), Marcoule, Age nucléaire, 1956, 2, pp. 35-39.

RODIER J., ESTOURNEL R., BOUZIGUES H., CHASSANY J. (1963), Le travail en milieu radioactif et ses problèmes, EN, pp. 291-301.

ROUVILLE M. de (1963), Le centre de production de plutonium de Marcoule, EN, pp. 213-220. Présentation du numéro spécial de la revue consacré à Marcoule, n°4, juin 1963.

**UP1**

ALLES M. (1963), L'installation de dégainage, EN, pp. 257-262.

AUCHAPT P., GIRAUD J.-P., TALMONT X. (1968), Applications de l'extraction par solvant à la concentration et à la purification du plutonium; I. Marcoule: utilisation du phosphate tributylique, EN, pp.181-186.

CURILLON R., COEURE M. (1958): Problèmes posés par la construction d'une usine d'extraction de plutonium: quelques solutions appliquées à Marcoule, ONU(1958), P/1174.

CURILLON R., COEURE M. (1963), L'ensemble industriel d'exploitation de plutonium. L'usine - son évolution - ses annexes, EN, pp.271-281.

DOUTRELUINGNE P. (1987), Avancées technologiques au service Laboratoires de Marcoule, RECOD (1987), pp. 885-891.

FERNANDEZ N. (1963), La section de traitement des effluents. Ses problèmes, son fonctionnement, ses résultats, EN, pp.282-290.

FAUGERAS P., CHESNE A. (1965), Le traitement des combustibles irradiés-amélioration et extension du procédé utilisant les solvants, ONU (1965), P/65, pp. 295-306.

FRUCHARD Y. (1968), Prévention de la criticité dans une usine de traitement des combustibles irradiés, EN, pp.445-455.

GALLEY R. (1958), Les problèmes posés par l'usine de plutonium de Marcoule et leurs solutions, EN, 1958, pp. 2-20. traduction anglaise dans:

GALLEY R. (1959), Problems connected with the plutonium factory at Marcoule and their solution, Journal of the Brirish Nuclear Energy Conference, 1959, 1, pp. 1-11.

JOUANNAUD C. (1963), L'usine d'extraction du plutonium et son exploitation, EN, pp.263-270.

JOUANNAUD C. (1964), Expérience de six années de fonctionnement de l'usine de retraitement de Marcoule, ONU(1964), P/67.

MICHEL P.M. (1987), Retraitement et opinion publique. Analyse de 30 ans de relations entre l'usine de Marcoule et son environnement, RECOD (1987), pp. 1121-1129.

RODIER J., BOUZIGUES H., BOUTOT P. (1962), La décontamination du matériel dans le centre de production du plutonium de Marcoule, EN, pp. 352-361.

**APM (Atelier pilote de Marcoule)**

CALAME-LONGEAN A., REVOL G., ROUX J.P., RANGER G. (1987), Rénovation et extensions pour la R&D de l'atelier-pilote de Marcoule, RECOD (1987), pp. 115-121.

FARUGGIA J.M., MALTERRE G., TACHON M., POLYDOR G. (1987), Remise en état après 20 ans d'exploitation et redémarrage de l'atelier pilote de retraitement Marcoule, RECOD (1987), pp. 1405-1419.

GUILLET H. (1963), L'atelier-pilote de traitement des combustibles irradiés, EN, pp.322-325.

MUS G., LINGER C. (1987), Conduite automatique des procédés de l'atelier pilote, RECOD (1987), pp. 1519-1526.

NIEZBORALA F., CALAME A. (1963), La télémanipulation à l'atelier-pilote de traitement des combustibles irradiés, EN, pp.326-328.

**UP1 et UP2**

AUCHAPT P. et al. (1971), Adaptation des usines françaises de retraitement à de nouveaux types de combustibles irradiés, ONU (1971), A/CONF.49/P/601.

**La Hague**

BASTIEN-THIRY H, JUSTIN F. (1988), Safety engineering achievements in handling casks at La Hague, NEW, 1988, 10, pp. 25-26.

BATHELLIER A., GRIENEISEN A., PLESSY L. (1968), Applications de l'extraction par solvant à la concentration et à la purification du plutonium II. La Hague: utilisation de la trilaurylamine, EN, pp.186-191.

RGN (1981b), Mise en actif des "Nouvelle piscines de La Hague", RGN, 1981, 3, p. 260.

RGN-actualités (1981), Retraitement: lumières sur les contrats avec l'étranger, RGN, 1981, 4, pp. 379-381.

RGN (1982), Travaux d'amélioration à l'atelier Moyenne Activité Plutonium (MAPu), RGN, 1982, 5, p. 472.

RGN(1986), Le déchargement à sec des combustibles irradiés inauguré à La Hague, RGN,1986, 5, p. 457.

**UP2 (UNGG)**

DUBOZ M.(1965), Le Centre de La Hague, EN, pp. 228-245.

DELANGE M., CHAMBON M., PATIGNY M., TEXIER P. (1970), Mises au point industrielles réalisées à l'usine UP2 de La Hague de 1967 à 1970, EN, pp.94-105.

**UP2 (REO) et HAO**

DELANGE M. (1987), LWR spent fuel reprocessing at la Hague: ten years on, RECOD (1987), pp. 1423-1438.

DESVAUX J.L., FOURNIER W., SEUGNET J., MARTIN J.P. (1987), Maintenance in a reprocessing plant, RECOD (1987), pp. 171-181.

RGN (1983), Bilan de 73 mois de retraitement des combustibles irradiés de réacteurs à eau légère, RGN , 1, pp. 58-59.

GUE J.P., ISAAC M., LESAUVAGE M., MALET G., COURTOIS G. (1987), Principales caractéristiques des déchets solides de haute activité récupérés en tête du procédé PUREX, RECOD (1987), pp. 607-610.

PATIGNY P., PAGERON D., SALOM J. (1987), Lessons from La Hague on process chemistry in LWR spent fuel reprocessing, RECOD (1987), pp. 1593-1600.

**UP2-800 ET UP3**

BAILLIF L., BONNET C., DABAT R., DOMAGE M. (1987), Spent fuel unloading and storage at La Hague, RECOD (1987), pp. 341-347.

BERN J.B., CHABERT J., LE GRAND F. (1987), Process control and monitoring in the new reprocessing plants at La Hague, RECOD (1987), pp. 985-992.

BERNARD C., MOUROUX J.P., DECOURS J. et al. (1991), Zirconium-made equipement for the new La Hague reprocessing plants, RECOD (1991), pp.570-575.

CHABERT J., COIGNAUD G., PEROT J.P., FOURNIER W., SILVAIN B. (1991), Total data management system for the La Hague spent fuel reprocessing plants, RECOD (1991), pp.77-82.

CHENEVIER F., BERNARD C., GIRAUD J.P. (1987), Design and construction of the new reprocessing plants at La Hague, RECOD (1987), pp.97-102.

**UP3**

BERNARD P., LAMARQUE G., et al. (1991), Process nuclear monitoring at UP3, RECOD (1991), pp. 125-130.

CHABERT J., ROULLAND M. (1991), Computer-aided maintenance at La Hague UP3, NEW, 1991, 5-6, pp. 20-21.

DEVILLERS C., BASTIEN-THIRY H., DUBOIS G. (1987), Safety of the new reprocessing plants at La Hague, RECOD (1987), pp. 1311-1319.

DREYFUS G.P., RICHTER R. (1987), Maintenance design in the new reprocessing plant at La Hague, RECOD (1987), pp. 1255-1262.

FOURNIER W., HUGELMANN D., DALVERNY G., LEUDET A. (1991), UP3 plant first reprocessing campaigns, RECOD (1991), pp.25-31.

GUEZENEC J., BASTIEN-THIRY H., CHAUMETTE A.M. (1987), Safety of spent fuel handling in the D-pool at La Hague and design of the associated control system, RECOD (1987), pp. 1329-1337.

IZQUIERDO J.J., CHAUVIRE P., PLESSIS L. (1991), The MERC maintenance system, RECOD (1991), pp.1111-1116.

LAMARQUE G., FREJAVILLE G., LAVERGNE J. (1987), Mesures en lignes et contrôle de procédé dans UP3, RECOD (1987), pp. 1007-1014.

LEDERMANN P. (1994), Operating UP3. Three years of experience, Nuclear Engineering International, January 1994, pp. 46-49.

LORRAIN B., SAUDRAY D., TARNERO M. (1987), Dissolveur continu rotatif pour combustible à eau légère. Essais du prototype, RECOD (1987), pp. 1471-1481.

LUNG M. (1984), SGN designs the plants of tomorrow, NEW, 1984, 4, 35-36.

PIGNAULT J.(1983), conception d'une salle de conduite centralisée: application aux extensions de l'établissement de La Hague, RGN, 1983, 5, pp.411-414.

PRADEL P., DALVERNY G., MOULIN J.-P., GINISTY C. et al. (1991), The organic waste treatment in UP3-La Hague, RECOD (1991), pp.1101-1106.

RICAUD J.L., ROUX P., VIALA M. (1991), France's new UP3 Reprocessing plant: Commissioning and first year's operation, NEW, 1991, 1-2, pp. 20-21.

RGN (1981), Retraitement: lumières sur les contrats avec l'étranger, RGN, 1981, p. 379-381.

RGN (1988), UP3 s'apprête au démarrage, RGN, 1988, 6, pp. 514-515.

SILIE P. (1983), Les systèmes de conduite centralisés des usines de retraitement, RGN, 1983, 5, pp. 408-411.

RGN (1992), D'UP2-400 à UP3: les avancées technologiques., RGN, 1992, 2, pp.156-159.

SYROTA J. (1992), UP3, nouvelle installation de retraitement à La Hague, RGN, 1992, 4, pp. 318-323.

**UP3 et Rokka-shô**

BERNARD C., MIQUEL P., VIALA M. (1991), Advanced PUREX process for the new reprocessing plants in France and Japan, RECOD (1991), pp.83-88.

DRAIN F., BOULLIS B., HUGELMANN D., OHTOU Y. (1991), Extraction process technology for the new reprocessing plants in France and Japan, RECOD (1991), pp.89-94.

PONCELET J.F., HUGELMANN D., SAUDRAY D., MUKOHARA S., CHO A. (1991), Head-end process technology for the new reprocessing plants in France and Japan, RECOD (1991), pp.95-99.

**AT1 La Hague et TOR Marcoule**

AMAURY P., TALMONT X. (1967), AT1- Maillon du programme d'étude de la filière surgénératrice française, EN, pp. 113-119.

PATARIN L. (1987), Le démarrage de TOR et l'expérience acquise en retraitement, RGN, 1987, 3, pp. 251-255.

**Inde**

NAIR M.K.T., PRASAD A.N. (1991), Back-end of the nuclear fuel cycle- indian experience, RECOD (1991), pp.64-68.

**Trombay**

SETHNA H.N., SRINIVASAN N. (1964), Fuel processing at Trombay, ONU(1964), P/786.

**Italie**

**EUREX et ITREC**

CALLERI G., CAO S et al. (1971), Italian Progress Report on reprocessing of irradiated fuel, ONU (1971), A/CONF. 49/P/182.

POZZI F., RISOLUTI P., ROLANDI G. (1987), Technical and commercial aspects of European MTR reprocessing, RECOD (1987), pp. 211-223.

SIMEN F. (1986), Italy's Policy on back-end of the fuel cycle, NEW, 1986, 1, pp. 24-25.

ENERGIA NUCLEARE (1961), La prima fase del PCUT, Energia Nucleare, 8, 4, p.305.

ENERGIA NUCLEARE (1963), Firmato l'accordo USAEC-CNEN per il PCUT, Energia Nucleare, 10, 1, p.57.

ENERGIA NUCLEARE (1968), La prima fase del PCUT, Energia Nucleare,15, 6, p.361-363.

ENERGIA NUCLEARE (1969), Prossima l'intrata in servizio del impianto EUREX, Energia Nucleare, 16, 8, p.475.

ENERGIA NUCLEARE (1971), L'impianto EUREX-1 del CNEN per il trattamento del combustibile irragiato ha iniziato con successo la sua attività, Energia Nucleare, 18, 1, p.10.

ENERGIA NUCLEARE (1975), In funzione il secondo impianto del CNEN per il trattamento del combustibile nucleare, Energia Nucleare, 22, 8-9, p.408. (ITREC)

**Japon**

OYAMA A. (1991), Nuclear Fuel Cycle Policy in Japan, RECOD (1991), pp. 3-6.

MUNAKATA K., NABESHIMA M., KOJIMA Y., TANAKA C. (1991), Prediction of pulsed comumn behaviour during off-standard operation using numerical calculation code "DYNAC", RECOD (1991), pp.617-622.

**Tokaï Reprocessing Plant (TRP)**

CURILLON R., VIENNOT J. (1968), L'ensemble industriel de traitement des combustibles irradiés au Japon, EN, pp. 160-168.

LEFORT G., MIQUEL P., RUBERCY M. de (1968), Etude et expérimentation du schéma des extractions de l'usine japonaise, EN, pp. 169-180.

LUNG M., COIGNAUD M. (1978), L'usine de retraitement de Tokaï-Mura, RGN, 1978, 4, pp. 314-319.

MIYAHARA K., YAMAMURA O., TAKAHASHI K. (1991), The operational experience at Tokaï reprocessing plant, RECOD (1991), pp. 49-54.

NAITO S., SMIYA A., OHKATA K. et al. (1991), Remote inspection of repaired dissolvers and improvement of the remote maintenance robots, RECOD (1991), pp.157-162.

TAKASAKI K., EBANA M., NOMURA T. (1991), Radiation control system at Tokaï Reprocessing Plant, RECOD (1991), pp.219-223.

YAMANOUCHI T., OMACHI S., MATSUMOTO K. (1987), Decadal operational experience of the Tokaï reprocessing plant, RECOD (1987), pp. 195-202.

**Rokka-shô Reprocessing Plant. (RRP)**

ATOMS IN JAPAN (1993), Construction begins at Rokka-shô Reprocessing Plant, aiming at fuel recycling, Atoms in Japan, april, p. 29-30.

BERNARD C., LENAIL B., REDON A., RUNGE S. (1989), Rokka-shomura Reprocessing Plant: France-Japan Cooperation, NEW, 1989, 11-12,pp. 33-34.

NOMURA A. (1987), Outline of the JNFS Reprocessing Plant Project, RECOD (1987), pp. 89-97.

NAKAJIMA N., NAKAYA I., FUKAYA T., KIYOKAWA T. (1991), Manufacturing experience of the rotary dissolver for HEDT [Head end demonstration test], RECOD (1991), pp.1146-1149.

ONOYAMA M., NAKATA M., HIROSE Y., NAKAGAWA Y. (1991), Development of a high performance type 304L Stainless steel for nuclear fuel reprocessing facilities, RECOD (1991), pp.1066-1071.

TOYOTA M. (1991), Outline of Rokka-shô reprocessing plant project, RECOD (1991), pp.38-43.

TSUYUKI T., KIYOKAWA T., OTODA T. (1991), Head-end demonstration test – outline of the test program, RECOD (1991), pp.141-145.

TSUYUKI T., KOMATSU K., OCHI K. et al. (1991), Extraction demonstration test – outline of general program and seismic test, RECOD (1991), pp.146-150.

**Norvège**

***Kjeller***

BARENDREGT T.J., KOREN LUND L. (1958), L'installation de retraitement de combustible du JENER, ONU(1958), P/585.

GAUDERNACK B., LINDLAND K.P., JOSEPH C.J. (1965), Operational experience from the Kjeller reprocessing pilot plant, ONU (1965), p.253-259.

OOYEN J. van, ESCHRICH H. et al. (1965), Extraction studies on selected problems in reprocessing, ONU (1965), P/758, pp.409 sq..

**URSS**

CHEVTCHENKO V.B. et al. (1958), Quelques particularités du traitement des éléments de combustibles irradiés de la première centrale nucléaire de l'URSS, ONU (1958), p. 47-49.

DZEKUN E.G. et al. (1991), Commercial reprocessing of spent WWER-440 fuel, RECOD (1991), pp.44-48.

NIKIPELOV B.V. (1991), USSR Nuclear Fuel Cycle Industry, its status and outlook, RECOD (1991), pp.18-21.

SEMENOV B. (1983), Les orientations de la politique soviétique en matière de retraitement et de gestion des déchets, extrait du Bulletin de l'AIEA reproduit par RGN, 1983, 5, pp. 420-421.

**Chine**

WANG D.Y., CHEN M. (1987), Plan for the civil reprocessing pilot plant of China, RECOD (1987), pp. 81-85.

YUN-QING J., ZHONG-YAO W. (1991), Some aspects of a civil reprocessing pilot plant, RECOD (1991), pp.69-73.

*Activités en aval du retraitement. Gestion des déchets et effluents, déclassement et démantèlement des installations de retraitement*

***Gestion des déchets et effluents. Généralités et aspects internationaux***

AEN/OCDE-AIEA (1973), Gestion des déchets radioactifs résultant du traitement du combustible irradié, compte-rendu du symposium, 27 novembre-1er décembre 1972, Paris.

BOYASIS J.P., DONATO A., MERGAN L. (1987), The conditioned reprocessing waste returns. An overview of the question, RECOD (1987), pp. 633-644.

OLIVIER J.P. (1976), Le rejet en mer des déchets radioactifs, RGN, 1976, 6, pp. 513-519.

OLIVIER J.P. (1988), La contribution de l'AEN en matière de gestion des déchets radioactifs, RGN, 1988, 4, pp. 343-345.

ORLOWSKI S. (1976), Le programme de la commission des communautés européennes en matière de déchets radioactifs, RGN, 1976, 6, pp. 520-526.

SCHAPIRA J.P. (1991), Les déchets nucléaires, un problème mondial, Problémes politiques et sociaux, n°649, 1er février 1991.

SCHAPIRA J.P. (1990), Une nouvelle stratégie pour le plutonium, La Recherche, 226, novembre 1990, pp.1434-1443.

SOUSSELIER Y., PRADEL J. (1972), La gestion des déchets radioactifs et leur stockage à long terme, ONU - IAEA (1972), vol.10, p. 445-462.

SOUSSELIER Y. (1978), Les déchets radioactifs et leur gestion, RGN 1978, 3, pp. 160-165.

SOUSSELIER Y. (1981), Les déchets radioactifs: des programmes nationaux à la coopération communautaire, RGN, 1981, 1, pp. 24-27.

SOUSSELIER Y. (1984), Les déchets radioactifs: évolution, bilan et perspectives, RGN, 1984, 1, pp. 64-68.

TEILLAC J. (1988), Les déchets nucléaires, PUF, Paris

WARNECKE E. (1994), Disposal of radioactive waste- a completing overview, Kerntechnik, 59, 1-2, pp. 65-71.

**Haute activité**

KRAUSE H. (1982), Die Endkonditionierung hochaktiver Spaltproduktlösungen, AtW, 1982, 12, pp. 618-621.

SOMBRET C. (1987), Industrial vitrification processes for high level liquid wastes: potential and limitations, RECOD (1987), pp. 1608-1614.

STRUXNESS E.G., BLOMEKE J.O. (1958), Procédés de traitement et d'élimination définitive de déchets radioactifs de natures différentes, ONU (1958), P1073, pp. 498-512.

WATSON L.C. et al. (1958), Elimination des produits de fission par incorporation à un verre, ONU (1958), pp.485-493.

**Moyenne et faible activité**

ALEXANDRE D., JORDA M., SAAS A., BAUDIN G. (1987), Immobilisation matrices for low and intermediate level radioactive wastes, RECOD (1987), pp. 811-815.

*Aspects particuliers (par pays et/ou installation)*

**Allemagne (sauf PAMELA)**

GASTEIGER R., HÖHLEIN G. (1975), Behandlung radioaktiver Abfälle aus Wiederaufarbeitungsanlagen, AtW, juillet-août 1975, pp. 349-353.

BRINKERT M. (1992), Die "Transnuklear-Affäre" und ihre Auswirkungen, AtW, 1992, 3, pp. 129-132.

JANBERG K., WEH R. (1991), Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente im Ausland: Rücknahme und Verbleib radioaktiver Abfälle, AtW, 1991, 1, pp. 40-43.

ODOJ R., FILSS P., WOLF J. (1988), Unregelmäßigkeiten bei der Deklaration von Abfallfässern durch Transnuklear/SCK Mol, AtW, 1988, 4, pp. 175-178.

ROSER T. (1983), Que faire des déchets radioactifs? L'état de réalisation du programme allemand, RGN, 1983, 3, pp. 232-234.

ROSER T. (1988), L'affaire Transnuklear, RGN, 1988, 2, pp. 176-177

ROSER T. (1991), Das Ende einer Affäre [Transnuklear], AtW, 1991, 1, p. 47.

WARNECKE E., HOLLMANN A. (1992), Aufkommen radioaktiver Abfälle in Deutschland, AtW, 1992, 2, p. 94-100.

**Belgique**

DETILLEUX E., DECAMPS F., BIESEMANS E. (1994), Radioactive waste disposal in Belgium, Kerntechnik, 59, 1-2, pp. 14-17.

**CEN/SCK**

DEJONGHE P., D'HONDT M. (1957), Quelques études en rapport avec le traitement chimique d'effluents radioactifs, EN, 1957, pp. 27-33.

DEJONGHE P. et al. (1965), Le traitement des résidus radioactifs dans les laboratoires de Mol, ONU (1958), P1676, pp. 527-535.

DEJONGHE P. et al. (1965), Asphalt conditioning and underground storage of concentrates of medium activity, ONU (1965), pp. 343-350.

**France**

BARBE A., PECH R. (1991), Cost estimation of the decommissioning of nuclear fuel cycle plants: application to reprocessing plants, RECOD (1991), pp.953-959.

BONNIAUD R., BRODSKY, BURKO, COHEN P. (1963), Traitement des solutions de produits de fission par vitrification, EN, pp.427-430.

DELAUNAY H.(1992), La gestion des déchets du cycle du combustible, RGN, 1992, 5, pp. 389-393.

LEFILLATRE G. (1976), Conditionnement dans le bitume des déchets radioactifs de moyenne activité. L'expérience française, RGN, 1976, 6, pp. 496-500.

MONCOUYOUX J.P., BOEN R., PUYOU M., JOUAN A. (1991), New vitrification techniques, RECOD (1991), pp.307-311.

RODIER J., LEFILLATRE G., SCHEIDHAUER J. (1964), Enrobage par le bitume des boues radioactives, EN, p.81-88.

**La Hague**

ALEXANDRE D., CHOTIN M., LE BLAYE G. (1987), Vitrification of fission product wastes: industrial experience and construction of the new vitrification units at La Hague, RECOD (1987), pp. 289-296.

BARBE A., BAUDIN G., BOUDRY J.C., TCHEMITCHEFF E. (1991), Management of low and medium activity waste at La Hague, RECOD (1991), pp.399-403.

BOUDRY J.-C.(1988), La gestion des déchets de La Hague, traitement, conditionnements, contrôle, RGN, 1988, 4, pp. 300-305.

FOURNIER W., HUGONY P., SOMBRET C. et al. (1991), Start-up of commercial HLW vitrification facilities at La Hague, RECOD (1991), pp. 278-282.

JOUAN A., TERKI M., PACAUD F., MONCOUYOUX J.P. (1987), Research and development status of the french vitrification process, RECOD (1987), pp. 669-676.

RGN (1989), Démarrage de R7 à La Hague, RGN, 1989, 6, p. 469-470.

**Marcoule**

FERNANDEZ N. (1969), Enrobage bitumineux des boues de traitement des effluents radioactifs. Réalisation industrielle, EN, pp.357-365.

RODIER J., LEFILLATRE G., CHARBONNEAUX M. (1965), L'incinération des résidus radioactifs et ses aspects industriels, EN, pp. 25-37.

WORMSER G.,RODIER J., ROBIEN E. de, FERNANDEZ N. (1965), Améliorations apportées aux traitements des résidus radioactifs, ONU (1965), vol. 14, pp. 219-226.

**AVM (Atelier de Vitrification de Marcoule)**

BERNAUD C. (1958), Quelques problèmes industriels posés par le traitement des effluents liquides radioactifs: solutions particulières à Marcoule, ONU (1958), P/1178, pp. 536-539.

BONNIAUD R. (1976), La vitrification continue des produits de fission, RGN, 1976, 6, pp. 490-495.

BONNIAUD B., KERSALE M., ROZAND M. (1968), Atelier pilote de vitrification des produits de fission à Marcoule, EN, pp.201-209.

GIRAUD J.P., LE BLAYE (1973), Conception d'un atelier industriel de vitrification des produits de fission et du stockage de verres de très haute activité, EN, pp.41-50.

JOUAN A., PAPAULT C. et al. (1978), L'atelier de vitrification continue des produits de fission de Marcoule, RGN, 1978, 4, pp. 302-306.

ROZE B., COSTA J.C., CHEVILLARD H. (1987), Démantèlement du pont de la cellule de vitrification de l'AVM, RECOD (1987), pp. 231-244.

**STEL (Station de traitement des effluents liquides)**

DUCOS O., DELAFONTAINE G., MISTRAL J.P., PUIGREDO M. (1987), La station de traitement des effluents liquides de Marcoule, RECOD (1987), pp.139-145.

DUCOS O., DELAFONTAINE G., SEYFRIED P., et al. (1991), New evaporation facility for liquid waste treatment at Marcoule [EVA], RECOD (1991), pp. 112-116.

**Etats-Unis**

BROWN R.E. (1958), Expérience acquise à Hanford et Savannah River dans l'enfouissement des déchets radioactifs [de faible activité], ONU (1958), P/1767, pp. 545-551.

BURCH W.D., CROFF A.G., RAWLINS J.A. (1991), A new look at actinide recycle, RECOD (1991), pp.321-328.

PILKEY O.H. (1958), L'expérience des Etats-Unis d'Amérique dans la conception et l'exploitation des installations de stockage pour résidus de haute activité ( Hanford, Savannah River, Idaho, ONU (1958), P/389, pp. 472-484.

**Hanford**

ANDERSON C.R. (1955), Installations de stockage des effluents à haute activité. Conception et fonctionnement, ONU (1955), P/552, pp. 734-742.

BROWN R.E. (1955), Décharge terrestre des déchets liquides, ONU (1955), P/565, pp. 763-769.

GILLETTE R.(1973), Radiation Spill at Hanford: The anatomy of an accident, Science, 24 august 1973, vol. 181, pp. 728-730.

**ICPP**

LOEDING J.W. et al. (1958), Conversion des résidus du traitement des combustibles en solides par la méthode du lit fluidifié en vue de leur élimination, ONU (1958), pp. 513-526.

**West Valley**

KNABENSCHUH J.L. (1987), Startup of the West Valley high level waste conditioning and vitrification systems B30(61), RECOD (1987), pp. 263-277.

**Inde (Trombay)**

CHINOY A.R. et al. (1965), Management of radioactive wastes at Trombay, ONU (1965), vol. 14, pp. 260-267.

**Royaume-Uni**

HOWDEN M., MOULDING T.L.J. (1987), Progress in the reduction of liquid radioactive discharges from the Sellafield Site, RECOD (1987), pp. 1045 sq.

OPENSHAW S. et al. (1989), Britain's nuclear waste, safety and siting, Londres.

SHEIL A.E. (1991), BNFL's decommissioning and decommissioning developement programmes at Sellafield, RECOD (1991), pp.960-964.

**URSS**

COCHRAN T.B., NORRIS R.S., SUOKKO K.L. (1993), Radioactive contamination at Chelyabinsk-65, Russia, Annual review of Energy and the Environment, vol 18, pp. 507-528, Palo Alto (Cal.).

***Déclassement et démantèlement***

AEN/OCDE (1980), Déclassement des installations nucléaires: exigences à prendre en compte au stade de la conception, compte-rendu d'une réunion de spécialistes de l'AEN, 17-19 mars 1980, Paris.

AEN/OCDE (1981a), Méthodes de décontamination relatives au déclassement des installations nucléaires, Paris.

AEN/OCDE (1981b), Techniques de découpe utilisées au cours du déclassement d'installations nucléaires, Paris.

AEN/OCDE (1991), Déclassement des installations nucléaires, une analyse de la variabilité des coûts du déclassement, Paris.

BRADBURY D. (1992), Decommissioning of civil nuclear facilities: a world review, THOMAS S., BERKHOUT F. ed.(1992), pp.755-760.

COUTURE J. (1975), Y a-t-il une crise mondiale dans le retraitement des combustibles?, RGN, 1, pp. 31-34.

CREGUT A. (1978), Le déclassement des installations nucléaires, RGN, 1978, 3, pp. 166-172.

CREGUT A., LURIE R. (1985), L'expérience française en matière de déclassement, RGN, 1985, 2, pp. 133-138.

SCHALLER K.H.(1985), Le déclassement des installations nucléaires dans la Communauté européenne, RGN, 1985, 2, pp. 144-145.

SURREY J. (1992), Ethics of nuclear decommissioning, THOMAS S., BERKHOUT F. ed.(1992), pp.632-640.

*Sûreté, radioprotection*

**Généralités**

AEN/OCDE (1993a), La sûreté du cycle du combustible nucléaire.

AEN/OCDE (1993b), La radioprotection au seuil du XXIe siècle; compte rendu d'une réunion de travail de l'AEN/ Radiation Protection on the Threshold of the 21st Century; Proceedings og an NEA Workshop, Paris, 11-13 janvier 1993.

ANDERSON R. (1989), Environmental Safety and Health issues at U.S. Nuclear Weapons Production facilities, 1946-1988, Environmental Review, Fall-Winter 1989, pp.69 sq.

BIRRAUX C. (1992), Le contrôle de la sûreté et de la sécurité des installations nucléaires, Economica, Paris.

BIRRAUX C. (1994), Sur le contrôle de la sûreté et de la sécurité des installations nucléaires, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Rapport de l'Assemblée Nationale n°1008 et du Sénat n°280, vol. 1, Conclusions du rapporteur.

BLANC D. (1991), Sûreté de l'énergie nucléaire, PUF,Paris.

BOIRON P., BOUCHEZ H.(1986), Radioprotection facilities: a decade of progress, NEW, 1986, 12, pp. 11-15.

CHASSARD-BOUCHAUD C. (1993), Environnement et radioactivité, PUF, Paris.

LEFORT M. (1980), Les radiations nucléaires, PUF, Paris.

NENOT J.C. (1991), Les nouvelles recommandations de la CIPR. La publication 60 RGN, 1991, 4, pp. 303-305.

NENOT J.-C.(1991), Les accidents nucléaires et radiologiques. Le bilan en 1991, RGN, 1991, 6, pp. 469-474.

PHARABOD J.P., SCHAPIRA J.P (1988), Les jeux de l'atome et du hasard, les grands accidents nucléaires de Windscale à Tchernobyl, Calmann-Lévy, Paris.

TUBIANA M., BERTIN M. (1989), Radiobiologie et radioprotection, PUF, Paris.

**Dans les usines de retraitement**

**Allemagne: WAK**

KRAUT W., WICHMANN H.P., WILLAX H.O. (1987), Monitoring for internal contamination in the WAK-Reprocessing Plant, RECOD (1987), pp. 1073-1077.

**France**

HENRY P., CLECH C., LAFFAILLE C. (1987), Radioprotection et dosimétrie dans les usines de retraitement, RECOD (1987), pp. 1079-1085.

**La Hague**

BETIS J. (1993), Pratique de l'optimisation de la radioprotection sur le centre de retraitement des combustibles irradiés de La Hague, RGN, 1993, 4, pp. 270-275.

DELANGE M. (1984), 25 ans de sûreté et radioprotection dans les usines de retraitement, RGN, 1984, 1, pp.58-63.

*Comptabilité des matières fissiles et système des garanties*

BAHM W., BAUMGÄRTEL G., SEIFERT R. (1990), Fortgeschrittene Bilanzierungsmethoden zur internationalen Kernmaterialüberwachung, AtW, 1990, 10, pp.461-464.

BERKHOUT F., FEIVESON H. (1993), Securing Nuclear materials in a changing world, Annual review of Energy and the Environment, vol 18, pp.631-665, Palo Alto (Cal.).

LAURENT J.P., REGNIER J., TALBOURDET Y., DE JONG P. (1991), Safeguards implementation in UP3 reprocessing plant, RECOD (1991), pp.524-527.

*Cycle du combustible*

AEN/OCDE (1978 a), Besoins liés au cycle du combustible nucléaire et considérations sur l'approvisionnement à long terme, Paris.

AtW (1972), Die Brennstoffkreislaufindustrie in der Europaïschen Gemeinschaft, AtW, mars 1972, p.172-174.

AIEA (1980), Evaluation internationale du cycle du combustible nucléaire, Résumé des travaux, AIEA Vienne.

BAUMIER J. (1989), Géopolitique et économie du cycle du combustible nucléaire, CEA, Paris.

FERNET P., PANTLEON M. (1969), Die europaïsche Atomindustrie und ihr Markt, 5. Brennelemente für Kernreaktoren, AtW, Februar 1969, pp.80-84.

IAEA (1977), Centres régionaux du cycle du combustible nucléaire, vol. 1 et 2.

WALKER W. (1992) The back-end of the nuclear fuel cycle, in KRIGE J. ed.(1992), Choosing Big Technologies, History and Technology, 1992, 1-4, pp.189-201.

Voir aussi l'ouvrage de Jean-Pierre Daviet sur Eurodif, DAVIET J.P. (1993), infra.

*Autres aspects des sciences et techniques nucléaires*

AEEN/OECE (1958), L'industrie devant l'énergie nucléaire, exposés présentés au cours de la seconde Conférence d'information sur l'Energie Nucléaire pour les dirigeants d'entreprises, à Amsterdam, 24 au 28 juin 1957, Paris.

AEEN/OECE (1959-1960), L'industrie devant l'énergie nucléaire, Conférence de Stresa, 11 au 14 mai 1959, Paris.

AEN/OCDE (1978 b), Symposium sur la coopération internationale dans le domaine nucléaire: bilan et perspectives (Vingtième anniversaire de l'Agence), Paris.

AEN/OCDE (1993c), Spin-off technologies developed through nuclear activities, Paris.

AEN/OCDE (1993d), Personnel qualifié pour l'industrie nucléaire; évaluation de l'offre et de la demande, Paris.

AEP/OECE (1957), L'industrie devant l'énergie nucléaire, exposés présentés au cours de la première Conférence d'information sur l'Energie Nucléaire pour les dirigeants d'entreprises, à Paris, 1er au 5 avril 1957, Paris.

ANGELIER J.P. (1983), Le nucléaire, la Découverte Paris.

BLANC D. (1987), La chimie nucléaire, PUF,Paris.

CARLE R. (1993), L'électricité nucléaire, PUF, Paris.

CHELET Y. (1961), L'énergie nucléaire, Seuil, Paris.

COLOMEZ G., MAS P. (1981), Rôle et utilisation des réacteurs de recherche en France, RGN, 1981, 6, pp.529-536.

CUNEY M, LEROY J., PAGEL M. (1992), L'uranium, PUF,Paris.

DUPUY G. (1982), Radioactivité Energie nucléaire, PUF, Paris

ERTAUD A. (1979), Réacteurs d'avant-hier et d'après-demain, RGN, 1979, 3, pp.253-263.

FAUGERAS P. (1958), Le plutonium, production et caractère chimique, L'Age nucléaire, pp.327-352.

GUERON J. (1982), L'énergie nucléaire, PUF, Paris.

IAEA (1983), Nuclear Power Experience, Vienne.

LEWINER C. (1988), Les centrales nucléaires, PUF, Paris.

MACKENZIE D., SPINARDI G. (1994), Tacit Knowledge, Weapons Design, and the Uninvention of Nuclear Weapons. Draft de mars 1994 transmis par Dominique Pestre.

NEEL L. préface (1982), Vivre avec le nucléaire, Hachette Pluriel, Paris.

REBOUD H. (1958), Les réacteurs de puissance. principes et classifications, L'Age Nucléaire, n°12, pp.251-254.

SOUSSELIER Y. (1960), Demain l'atome, PUF,Paris.

SYNDICAT CFDT DE L'ENERGIE ATOMIQUE (1980), Le dossier électronucléaire, Paris.

*Histoire de la chimie, des techniques et de l'industrie chimiques*

BENSAUDE-VINCENT B., STENGERS I. (1993), Histoire de la chimie, La Découverte, Paris.

DAVIET J.P. (1989), Une multinationale à la française, Saint-Gobain 1665-1989, Fayard, Paris.

HOUNSHELL D.A., SMITH J.K. Jr. (1988), Science and corporate strategy. Du Pont R&D, 1902-1980, Cambridge University Press, Cambridge (Mass.). Chapitre 16.

PACHE P. (1970), Les activités du groupe Péchiney dans le cycle du combustible nucléaire, EN, pp.318-322.

REGNAUT P. (1968), L'industrie chimique française et l'énergie nucléaire, EN, pp.147-149.

RENAUD J. (1970), Activités nucléaires de la Société Ugine-Kuhlmann, Energie Nucléaire, pp.313-317.

*Histoire générale et philosophie des sciences et des techniques*

BRAUN H.J. ed.(1992), Symposium on failed innovations, Introduction, Social Studies of Science, SAGE, Londres et al. loc., vol. 22 (1992), pp.213-230.

CHADEAU E. et al. (1992), Concorde, la puissance du rêve, le rêve de la puissance, Big Science: les Grands projets scientifiques du XXe siècle, Cahiers de Science et Vie n°9.

CHADEAU E. dir. (1994), Ariane : le défi technologique, Paris.

BRAUN H.J., KAISER W. (1992), Propyläen Technikgeschichte, KÖNIG W. ed.(1990-1992), Bd 5, 1914-1990, Ullstein Propyläen, Francfort, Berlin.Voir notamment KAISER W., Technisierung des Lebens seit 1945, Chapitre Die Problematik der Kernenergie als neue Primärenergiequelle, pp.285-339.

DAUMAS M. ed. (1978), Histoire générale des techniques, PUF,Paris, T. 4 et 5. En particulier J. GUERON (1978), Energie nucléaire, pp.244-305, et DAUMAS M. (1978), Grande industrie chimique, pp.493-715.

DEBEIR J.C., DELEAGE P.P., HEMERY D. et al. (1986), Les servitudes de la puissance, une Histoire de l'énergie, Flammarion, Paris, en particulier les chapitres 8 et 9, pp.299-360.

FERNE G. dir. (1993), Science, pouvoir et argent, la recherche entre marché et politique, Autrement,Science et société, n°7, janvier 1993, Paris.

GALISON P., HEVLY B. ed.(1992), Big Science: the growth of large scale research, Stanford, Stanford University Press.

GILLE B. (1978), Histoire des techniques, Gallimard, Paris

GOFFI J.Y.(1992), La philosophie de la technique, PUF,Paris.

KERVERN G.Y., RUBISE P. (1991), L'archipel du danger. Introduction aux cindyniques, Economica,Paris.

KRIGE J. ed.(1992), Choosing Big Technologies,History and Technology, 1992, 1-4.

KRIGE J. (1993a), The Launch of ELDO, ESA HSR-7 (History Study Report n°7), March 1993.

KRIGE J. (1993b), Some new thoughts on the launch of ELDO and its subsequent "failure", paper presented at the Conference on technological change, Oxford, 8-11 september 1993.

KRIEGER W. (1987), Zur Geschichte der Technologiepolitik und Forschungsförderung in der BRD, eine Problemskizze,Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte, 1987/2, pp.247-271.

LEROY A., SIGNORET J.P. (1992), Le risque technologique, PUF, Paris.

SALOMON J.-J. (1970), Science et politique,Seuil, Paris.

SALOMON J.-J. (1986), le Gaulois, le cow-boy et le samouraï. La politique française de la technologie, Economica, Paris.

SALOMON J.-J. (1992), Le destin technologique, Balland, Paris.

TATON R. ed. (1964), Histoire générale des sciences, T.3 vol.2, Paris.

WILLIAMS T.I. ed. (1978), A History of technology. vol. VI, The twentieth century c. 1900 - c. 1950, Part 1; vol.VII, The twentieth century c. 1900 - c. 1950, Part 2, Oxford. Achèvement de SINGER C. et al. (1954 à 1958) en cinq volumes.

## *Section 2*
## *Histoire de l'énergie et des politiques nucléaires*

DUMOULIN M., GUILLEN P., VAÏSSE M. dir.(1994), L'énergie nucléaire en Europe. Des origines à Euratom. Actes des journées d'études de Louvain-La-Neuve (18 et 19 novembre 1991), Peter Lang, Collection Euroclio, Berne.

VAÏSSE M. (1992), La coopération nucléaire en Europe (1955-1958), Etat de l'historiographie, Storia delle relazioni internazionali, VIII, 1992/1-2, pp.201-213.

DAMIAN M. (1992), Nuclear power, the ambiguous lessons of history, THOMAS S., BERKHOUT F. ed.(1992), pp.596-607.

LA GORCE P.M. de dir. (1992), L'aventure de l'atome, Flammarion, Paris.

LECLERCQ J. (1986), L'ère nucléaire, le monde des centrales nucléaires, Hachette Paris.

NELKIN D. (1981), The Atom besieged, Cambridge (Mass.), en particulier le chapitre I, The political context of the nuclear controversy.

THOMAS S., BERKHOUT F. ed.(1992), The first 50 years of nuclear power: legacy and lessons, numéro spécial de Energy Policy, vol. 20, n°7 and 8, July and August 1992.

## *Section 3*
## ***Relations internationales nucléaires***

BARBIER C. (1990), Les négociations franco-germano-italiennes en vue de l'établissement d'une coopération militaire nucléaire au cours des années 1956-1958, Revue d'Histoire diplomatique, 1-2 /1990, pp.81-113

BLUM R. (1963), La coopération France-Japon dans le domaine nucléaire, EN, pp.481-484.

CONZE E. (1990), La coopération franco-germano-italienne dans le domaine nucléaire dans les années 1957-1958, un point de vue allemand, Revue d'Histoire diplomatique, 1-2/1990, pp.115-132.

GOLDSCHMIDT B. (1962), L'aventure atomique, Fayard, Paris.

GOLDSCHMIDT B. (1967), Les rivalités atomiques 1939-1966, Fayard,Paris

GOLDSCHMIDT B. (1980), Le complexe atomique, Fayard, Paris

GOLDSCHMIDT B. (1983), La politique de non-prolifération: historique et résultats, RGN, 1983, 1, pp.11-13, et débat pp.18 à 21.

GOLDSCHMIDT B. (1987), Pionniers de l'atome, Stock, Paris.

GOLDSCHMIDT B. (1992), La France et la non-prolifération, Relations Internationales, n°69, Le nucléaire dans les relations internationales 2, printemps 1992, pp.41-49.

HATEM F. et SALAÜN F. (1990), Electronucléaire, le tournant de l'internationalisation, Economie prospective internationale, n°41, pp.69-86.

HELMREICH J.E. (1986), Gathering rare ores, the diplomacy of uranium acquisition, 1943-1954, Princeton University Press, Princeton.

LUXO A. (1978), Le transfert de technologie et l'exportation nucléaire, RGN, 1978, 4, pp.320-326.

CISAC/NAS (1994), Management and disposition of excess weapons plutonium, Committee on International Security and Arms Control (CISAC), National Academy of Sciences, National Academy Press, Washington.

NAU H.R. (1974), National Politics and International Technology; Nuclear Reactor development in Western Europe, The John Hopkins University press, Baltimore (Maryland), Londres.

NUTI L. (1990), Le rôle de l'Italie dans les négociations trilatérales 1957-1958, Revue d'Histoire diplomatique, 1-2/1990, pp.132-158.

PESTRE D. (1991), Autour de la création du CERN: Physiciens, administrateurs et bureaucraties d'Etat en Europe vers 1950, PECHANSKI D. ed. (1991), Histoire politique et sciences sociales, Bruxelles.

SCHWARZ H.P. (1992), Adenauer, le nucléaire et la France, Revue d'Histoire diplomatique, 4/1992, pp.299-311.

SOUTOU G.H. (1993), Les accords de 1957 et 1958: vers une communauté stratégique et nucléaire entre la France, l'Allemagne et l'Italie?, Matériaux pour l'Histoire de notre temps, n°31, avril-juin 1993, pp.1-12, Nanterre.

STAMM-KUHLMANN T. (1992), EURATOM, ENEA und die nationale Kernenergiepolitik in Deutschland, Berichte zur Wissenschaftsgeschichte, 1992, Bd.15, Heft 1, pp.39-49.

VAÏSSE M. (1991), Un dialogue de sourds: les relations nucléaires franco-américaines de 1957 à 1960, Relations Internationales, n°68, Le nucléaire dans les relations internationales. 1 hiver 1991, pp.407-423.

VAÏSSE M. (1990), Autour des "accords Chaban-Strauß", 1956-1958. Revue d'Histoire diplomatique, 1-2/1990, pp.77-79.

VAÏSSE M. (1991), Avis de recherche, l'histoire de l'armement nucléaire, Vingtième siècle, octobre-décembre 1991, pp.93-94.

WIESE M. (1978), Der Nuclear Non Proliferation Act of 1978, Enstehungsgechichte, Gesetzesinhalt und Schlußfolgerungen, Atom und Strom, 24, Heft 4.

## *Section 4*
## ***Organisations internationales nucléaires***


*Généralités*

STROHL P. (1970), European joint undertakings in nuclear energy- objectives and structures, IAEA Seminar on the development of nuclear law, Bangkok, 6-11/4/1970, ronéoté.

STROHL P. (1982), La coopération internationale dans le domaine de l'énergie nucléaire, Europe et pays de l'OCDE, SOCIETE FRANCAISE POUR LE DROIT INTERNATIONAL, L'Europe dans les relations internationales, unité et diversité, actes du colloque de Nancy 21 au 23 mai 1981, Pédone, Paris.

STROHL P. (1983), Les projets internationaux de recherche et développement dans le domaine de l'énergie nucléaire, expérience et perspectives, AIEA, Nuclear power experience, vol; 5, pp.511-531, Vienne.

*Monographies d'organisation*

**AEEN/OCDE**

ADKINS B.M. (1968), Dix ans de coopération européenne pour le développement de l'énergie nucléaire, EN, pp.35-38.

**CERN**

HERMANN A., KRIGE J., MERSITS U., PESTRE D.(1987 et 1990), History of CERN, Amsterdam.

KRIGE J. (1992), Le pouvoir du CERN, Big science: les grands projets scientifiques du XXe siècle, le CERN, Les cahiers de science et vie, n°12, pp.76-80.

PESTRE D. (1986), La naissance du CERN, le comment et le pourquoi, Relations internationales, n°46, été 1986, pp.209-226.

PESTRE D. (1992), Qui fit le CERN, et Plus la machine est grande, mieux c'est, Big science: les grands projets scientifiques du XXe siècle, le CERN, Les cahiers de science et vie, n°12, pp.16-28 et 68-75, Paris.

**DRAGON**

SHAW E.N. (1983), Europe's nuclear power experiment: History of the OECD Dragon Project, Pergamon, Oxford.

**EURATOM**

DEUBNER C.( 1977), Die Atompolitik der westdeutschen Industrie und die Gründung von Euratom, Francfort/Main.

GUILLEN P. (1985), La France et la négociation du traité Euratom, Relations Internationales, n°44, hiver 1985, pp.391-412, Paris.

PIROTTE O., GIRERD P., MARSAL P., MORSON S. (1988), Trente ans d'expérience Euratom, Bruylant, Bruxelles

POLACH J.G. (1964), Euratom, its background, issues and economic implications, New York.

SCHEINMAN L. (1967), Euratom: nuclear Integration in Europe, International Conciliation, n° 563, may 1967, New York.

WEILEMANN P. (1983), Die Anfänge der Europaïschen Atomgemeinschaft, Nomos, Baden-Baden.

WOLFF J.M. (1989), Une tentative d'intégration nucléaire européenne: Euratom à l'époque du premier programme de recherche et d'enseignement (1958-1962), Mémoire présenté en vue de l'obtention du DEA à l'EHESS en septembre 1989.

**EURODIF**

DAVIET J.P. (1993), Eurodif. Histoire de l'enrichissement de l'uranium, 1973-1993, Anvers, Fonds Mercator/Eurodif S.A., Bruges.

**NERSA-SBK**

SAITCEVSKY B. (1979), Creys-malville: les accords de coopération européenne entre producteurs d'éléctricité, RGN, 1979, n°6, pp.597-598.

**URENCO**

SCHMIDT-KÜSTER W.J. (1970), Zusammenarbeit bei der Urananreicherung mit Gaszentrifugen. Der deutsch-britisch-niederländische Vertrag von Almelo, AtW, juin 1970, pp.290-292.

ASYEE J. (1985), URENCO/CENTEC, une entreprise industrielle commune créée par un traité, STROHL P. dir. (1985), pp.35-41.

## *Section 5*
## *Histoires nationales (retraitement et gestion des déchets exclus)*


**Allemagne:**

ECKERT M. (1989) Kernenergie und Westintegration: die Zähmung des Westdeutschen Nuklearnationalismus, HERBST L. et al. ed. (1990), Vom Marshallplan zur EWG, Munich, pp.313-334.

ECKERT M. (1989), Die Anfänge der Atompolitik in der Bundesrepublik Deutschland,Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte, 37(1989) 1, pp.115-143, Münich.

FRANK Sir C. intr. (1993), Operation Epsilon: the Farm Hall transcripts, Institute of Physics Publishing, Londres.

MANDEL H. (1978), Le programme électronucléaire de la RFA, Annales des Mines, mai-juin 1978, pp.199-206.

MÜLLER W.D. (1990), Geschichte der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland, Anfänge und Weichenstellungen, Schäffer Verlag für Wirtschaft und Steuern Gmbh, Stuttgart (Kerntechnische Gesellschaft).

RADKAU J. (1983), Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft, 1945-1975, Rowohlt, Hambourg.

RADKAU J. (1988), Das überschätzte System. Zur Geschichte der Strategie- und Kreislauf-Konstrukte in der Kerntechnik., Technikgeschichte, 56(1988) 3, pp.207-215.

WALKER M. (1990), Legenden um die deutsche Atombombe, Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte, 1990/1, pp.45-74.

WALKER M. (1993), Selbstreflexionen deutscher Atomphysiker. Die Farm-Hall Protokolle und die Entstehung neuer Legenden um die deutsche Atombombe, Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte, 1993/4, pp.519-542.

WINNACKER K., WIRTZ K. (1975), Das unverstandene Wunder: Kernenergie in Deutschland, Econ Verlag, Düsseldorf. Traduction française (1977), Atome, illusion ou miracle, Paris, Presses Universitaires de France.

**Belgique**

DAMME R. van den (1979), L'énergie nucléaire en Belgique, RGN, 1979, 5, pp.478-485.

ENERGIE NUCLEAIRE (1973), Le cycle du combustible en Belgique, EN, p.209. Schéma émanant du CEN/SCK.

GAUBE M., SMISSAERT G.(1992), The Belgian Nuclear Industry, NEW, 1992, 5-6, p.39 sq.

NUCLEAR ENGINEERING INTERNATIONAL (1994), Datafile: Belgium, Nuclear Engineering International, February 1994, pp.32-37.

VANDERLINDEN J. dir.(1994), Un demi-siècle de nucléaire en Belgique, ouvrage édité par la Société nucléaire belge, La Communauté française de Belgique et le FNRS aux Presses interuniversitaires européennes, Bruxelles. Drafts.

**Canada**

BOTHWELL R. (1988), Nucleus. L'histoire de l'Energie Atomique du Canada Limitée, Québec.

EGGLESTON W. (1965), Canada's nuclear story, Toronto, Vancouver.

**France**

ASSOCIATION DES AMIS DE LOUIS ARMAND (1986), Louis Armand, 40 ans au service des hommes, Paris.

BAUDOUÏ R. (1992), Raoul Dautry. Le technocrate de la République, Balland, Paris.

BAVILLE J.N. (1964), La participation industrielle dans le développement de l'énergie nucléaire en France, EN, pp.349-354.

BELTRAN A. et al. (1984), Histoire de l'EdF, Paris, notamment le chapitre 12.

BOITEUX M. (1969), Position d'EdF devant le choix des filières, compte rendu sténographique d'une partie de la Conférence de presse de M. Boiteux à l'occasion de la présentation de St Laurent des eaux à la presse le 16 octobre 1969, EN, pp.519-521.

BOITEUX M. (1993), Haute tension, Odile Jacob, Paris, notamment le chapitre 14. La bataille des filières nucléaires, pp.137-156.

CEA (1951 à 1954), Rapport sur l'activité et la gestion du CEA au Président du Conseil et au Ministre des finances, annuel, de 1951 à 1954

CEA (1946-1950), Rapport d'activité du CEA du 1er janvier 1946 au 31 décembre 1950, Paris, Imprimerie Nationale, 1952.

CEA ( année), rapport annuel depuis 1955.

COHEN S. (1988), Les pères de la bombe atomique française, L'Histoire n°117, décembre 1988, pp.18-26.

DAVIS M. (1988), Guide de l'industrie nucléaire française, Paris.

DUVAL M., MONGIN D. (1993), Histoire des forces nucléaires françaises depuis 1945, PUF, Paris.

FINON D. (1984), La crise du Plutonium civil, La Recherche, 15, p.884 sq., juin 1984.

FROST R.L. (1991), Alternating Currents, Nationalized power in France 1946-1970, Cornell University Press, Ithaca, Londres.

MONGIN D. (1993), Aux origines du programme atomique français, Matériaux pour l'Histoire de notre temps, n°31, avril-juin 1993, pp.13-212, Nanterre.

SOUTOU G.H. (1989), Die Nuklearpolitik der vierten Republik, Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte, 37(1989) 4, pp.605-610, Münich.

SOUTOU G.H. (1991), La logique d'un choix: le CEA et le problème des filières électro-nucléaires, 1953-1969, Relations Internationales, n°68, Le nucléaire dans les relations internationales. 1 hiver 1991, pp.351-377.

SCHEINMAN L. (1965), Atomic Energy Policy in France under the Fourth Republic, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

TEISSIER DU CROS H. (1987), Louis Armand, visionnaire de la modernité, Paris.

VAÏSSE M. (1992), Le choix atomique de la France, Vingtième Siècle, octobre-décembre 1992, pp.21-30.

WEART S. (1979), Scientists in power, Harvard University Press, traduction française (1980), La grande aventure des atomistes français, Fayard, Paris. L'édition française ne comporte ni notes, ni bibliographie.

**Grande-Bretagne**

CHESHIRE J. (1992), Why nuclear power failed the market test in the UK, THOMAS S., BERKHOUT F., ed. (1992), pp.744-754.p

GOWING M. (1964), Britain and Atomic Energy 1939-1945, McMillan Co, Londres.

GOWING M. (1974), Independence and deterrence. Britain and Atomic Energy 1945-1952, vol. 1 Policy making, vol. 2, Policy execution, The McMillan Press Ltd, Londres. Voir particulièrement le vol. 2, pp.402-423, sur les usines de séparation chimiques.

HALL T. (1983) Nuclear Politics, the History of Nuclear Power in Britain, Londres.

**Inde**

BHARGAVA G.S. (1992), Nuclear power in India: The cost of independence, THOMAS S., BERKHOUT F., ed. (1992), pp.735-743.

HART D. (1983), Nuclear power in India. A comparative analysis, George Allen & Unwin, Londres.

**Japon**

LI YANG (1966), L'énergie nucléaire au Japon, EN, pp.418-420.

**Suède**

LINDSTRÖM S. (1992), The brave music of a distant drum: Sweden's nuclear phase out, THOMAS S., BERKHOUT F. ed.(1992), pp.623-631.p

**Suisse**

DÄNIKER G. (1991), Le projet de défense nucléaire de la Suisse des années 50 et 60, Relations Internationales, n°68, Le nucléaire dans les relations internationales. 1 hiver 1991, pp.345-349.

FAVEZ J.C. (1992), Le nucléaire et la politique extérieure de la Suisse: le cas du Traité de non-prolifération, Relations Internationales, n°69, Le nucléaire dans les relations internationales. 2, printemps 1992, pp.51-62.p

HUG P.(1991), La genèse de la technologie nucléaire en Suisse, Relations Internationales,, n°68, Le nucléaire dans les relations internationales. 1,hiver 1991, pp.325-344.p

RGN-actualités (1980), Ce que fut l'accident de Lucens, rapport définitif de la commission d'enquète, RGN 1980, 1, pp.113-114.

SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT DER KERNFACHLEUTE (1992), Die Geschichte der Kerntechnik in der Schweiz. Die ersten 30 Jahren, 1939-1969, Olynthus Verlag. Epreuves.

**Etats-Unis**

CANTELON P.L., HEWLETT R.G., WILLIAMS R.C. ed. (1991), The American Atom. A documentary history of nuclear policies from the discovery of fission to the present, Philadelphia, University of Pennsylvania Press.

DERIAN M. (1969), Evolution récente de la structure de l'industrie nucéaire américaine, EN, pp.439-442.

DUNCAN F., HOLL J.M. (1983), Shippingport, the Nation's first Atomic power Station, Department of Energy, Washington.

FERMI L. (1957), Atoms for the World: US participation in the Conference on the peaceful uses of Atomic Energy, University of Chicago Press.

GROVES L.(1962), Now it can be told, the Story of the Manhattan Project, New York.

HACKER B.C. (1987), The dragon's tail: radiation safety in the Manhattan project, 1942-1946, Univ. of Cal. Press, Berkeley.

HEILBRON J.L., SEIDEL R.W. (1989), Lawrence and his laboratory, A History of the Lawrence Berkeley Laboratory, vol.1, University of Califormia Press, Berkeley, Los Angeles.

HEWLETT R.G., ANDERSON O.E. (1962), History of the U.S. Atomic Energy Commission, vol. 1, The new world, 1939-1946, University Park, Pennsylvania State University Press.

HEWLETT R.G., DUNCAN F. (1969), History of the U.S. Atomic Energy Commission, vol. 2, Atomic Shield, 1947-1952, University Park, Pennsylvania State University Press.

HEWLETT R.G., HOLL J.M. (1989), Atoms for Peace and War, 1953-1961. Eisenhower and the Atomic Energy Commission, University of California Press, Berkeley and Los Angeles.

HOGERTON J.F. ed.(1958), Atoms for Peace, a pictorial survey, s.l..

LEBLANC N.J. (1987), Du projet Manhattan à Hiroshima: histoire d'une décision, Relations Internationales, n°49, printemps 1987, pp.71-93.

MAZUZAN G.T., WALKER J.S. (1984), Controlling the atom, the beginnings of nuclear regulations, 1946-1962, Univ. of Cal. press, Berkeley. Pour la suite cf. WALKER J.S. infra.

McCAFFREY D.P. (1990), The politics of Nuclear Power, a History of the Shoreham Nuclear Power Plant, Kluwer, Dordrecht.

ORNL REVIEW (1992), ORNL, The first 50 years, ORNL Review, 25, 3/4. Chapitre 1, Wartime laboratory.

RADVANYI P. et BORDRY M. (1992), Les multiples chemins d'un projet démesuré, Le projet Manhattan, Histoire de la première bombe atomique, Big Science, Les grands projets scientifiques du XXe siècle, Cahiers de Sciences et Vie n°7, pp.32-52.

SEABORG G.T. (1958), The transuranium elements, Yale University Press, New Haven

SMYTH H.DW. (1948), Atomic Energy for military purposes, the official Report on the Development of the Atomic Bomb, under the Auspices of the United States Government, 1940-1945, Princeton.

WALKER J.S. (1992), Containing the Atom: Nuclear regulation in a changing Environment, 1963-1971, University Of California Press, Berkeley, Los Angeles.

**URSS.**

HOLLOWAY D. (1981), Entering the nuclear arms race: the Soviet decision to build the atomic bomb, 1939-1945, Social Studies of Science 11.

HOLLOWAY D. (1994), Stalin and the bomb: The Soviet Union and Atomic energy, 1939-1956, New Haven Conn., Yale University Press.

## *Section 6*
## *Histoire comparée*

FINON D. (1989), L'échec des surgénérateurs, autopsie d'un grand programme, PUG, Grenoble.

JASPER J.M. (1992), Gods, Titans and mortals: patterns of state involvement in nuclear development, THOMAS S., BERKHOUT F. ed.(1992), pp.653-659.

STOFFAES C. (1992), Choix énergétiques, choix de société: trois modèles sociopolitiques face au nucléaire, Annales des Mines, Réalités industrielles, octobre 1992.

## *Section 7*
## *Histoire générale*

**Historiographie**

CHAUVEAU A. et TETARD P. ed. (1992), Questions à l'histoire du temps présent, actes de la table ronde organisée au Centre d'Histoire de l'Europe du Vingtième Siècle, FNSP, Complexe, Bruxelles.

SCHWARZ H.P. (1983), Die Europaïsche Integration als Aufgabe der Zeitgeschichtsforschung, Forschungsstand und Perspektiven, Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte, 31/4, pp.555-572.

**Histoire et Droit des relations internationales**

*Généralités*

BOSSUAT G. (1992a), L'Europe occidentale à l'heure américaine, 1945-1952, Complexe, Bruxelles.

BOSSUAT G. (1992b), La France, l'aide américaine et la construction européenne 1944-1954, Comité d'Histoire économique et financière de la France, Paris.

BROMBERGER M. et S. (1968), Les coulisses de l'Europe, Paris.

BÜHRER W. (1986), Ruhrstahl und Europa. Die Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie und die Anfänge der europaïschen Integration, 1945-1952, Munich. Compte-rendu de lecture de WOLFF J.M. (1989), Le mouvement social, N°148, juillet-septembre 1989, pp.112-114.

BUSSY E.de, et al. (1971), Approches théoriques de l'intégration européenne, Revue française de sciences politiques, vol. XXI,n°3, juin 1971, Paris.

CECA-CEE-CEEA (1987), Traités instituant les Communautés européennes, Luxembourg.

GERBET P. (1983), La construction de l'Europe, Imprimerie Nationale, Paris.

GIRAULT R., FRANK R., THOBIE J. (1993), La loi des géants, Masson, Paris.

GIRAULT R., LEVY-LEBOYER M. dir. (1993), Le Plan Marshall et le relèvement économique de l'Europe, Actes du Colloque tenu à Bercy les 21, 22 et 23 mars 1991, Comité pour l'Histoire economique et financière de la France, Ministère des Finances, Paris.

KRILL H.H. (1968), Die Gründung der Unesco, Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte, 1968, pp.247-279.

MELANDRI P. (1975), Les Etats-Unis et le défi européen 1955-1958, Paris.

MELANDRI P. (1980), Les Etats-Unis face à l'unification de l'Europe 1945-1954, Paris.

MILWARD A.S. (1984), The Reconstruction of Western Europe, 1947-1952, Londres.

MILWARD A.S. (1992), The European rescue of the nation state, Methuen, Londres.

NAU H.R. (1975), Collective response to R&D problems in Western Europe: 1955-1958 and 1968-1973, International Organization, vol 29, n°2, Summer 1975, pp.617-653.

POIDEVIN R. ed. (1980), Histoire des débuts de la construction européenne, mars 1948-mai 1950, Bruylant, Bruxelles.

SCHWABE K. ed. (1988), Die Anfänge des Schuman-Plans 1950/51, actes du colloque d'Aix-la-Chapelle, 28-30 mai 1986, Baden-Baden, Bruxelles, Milan, Paris.

SERRA E. ed. (1989), Il rilancio dell'Europa e i trattati di Roma, actes du colloque de Rome, 25-28 mars 1987, Baden-Baden, Bruxelles, Milan, Paris.

STROHL P. (1965), Les organisations européennes, introduction, historique, bilan et perspectives, Juris-classeur de Droit international, fascicule150, Editions techniques, Paris.

STROHL P. dir. (1985), Les entreprises de coopération techniques internationales; aspects juridiques, bilan, perspectives, Table ronde du 27 avril 1985 organisée par la SFDI, l'AEN/OCDE, l'AIE/OCDE et l'ESA, Paris.

VAÏSSE M. (1990), Les relations internationales depuis 1945, Paris.

WEISS F. (1994), Die schwierige Balance. Österreich und die Anfänge der Westeuropaïschen Integration 1947-1957, Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte, Heft 1, pp.71-94.

*Histoire de l'OECE, de l OCDE, de l'AEP/OECE.*

CAREW A. (1987), Labour under the Marshall Plan. The Politics of productivity and the marketing of management science, Manchester University Press, Manchester.

LA DOCUMENTATION FRANCAISE (1948), La loi américaine de coopération économique de 1948, Notes documentaires et études, n°938, 29 juin 1948, Paris..

LA DOCUMENTATION FRANCAISE (1959), L'AEP, Notes et Etudes Documentaires n°2604.

OECE (1958), l'AEP, activités et perspectives, bilan des quatre premières années de fonctionnement.

STROHL P. (1959), L'OECE, Juris-classeur de Droit international, fascicules 160-A et 160-B, Editions techniques, Paris.

STROHL P., REYNERS P. (1970), OCDE, Juris-classeur de Droit international, fascicules 160-A et 160-B Editions techniques, Paris.

*Histoire et économie des organisations*

CHANDLER Jr. A.D. (1962) Strategy and structure. Chapters in the history of the industrial enterprise, Cambridge Mass. Traduction française 1989 Stratégies et structures de l'entreprise, Editions d'Organisation, Paris.

CHANDLER Jr. A.D. (1977), The visible Hand, the managerial revolution in American business, Cambridge Mass. Traduction française (1988) La main visible des managers, une analyse historique, Economica, Paris

COHEN E. (1992), Le colbertisme High Tech, économie des Telecom et du grand projet, Hachette, Paris.

CROZIER M. (1963), Le phénomène bureaucratique, Seuil, Paris

FRIDENSON P. (1989), Les organisations, un nouvel objet, Annales ESC n°6, pp. 1461-1477.

KOENIG C.,THIETART R.A. (1988), Managers, Engineers and Government, the emergence of the Mutual Organization in the European Aerospace Industry, Technology in Society, X,1988,pp.45-69.

MENARD C. (1993), L'économie des organisations, La Découverte, Paris.

WATELET H. (1990), Vers un approfondissement factuel et théorique en histoire des entreprises, Revue belge d'histoire contemporaine, XXI,1990,1-2,pp.143-161.

WEE H. van der (1984), Der gebremste Wohlstand. Wiederaufbau, Wachstum, Strukturwandel, 1945-1980, DTV, Münich.

## *Section 8*
## *Ouvrages de références et revues*

*Périodiques et instruments bibliographiques*

Bulletin signalétique d'Histoire des Sciences et des techniques.

Technology and Culture, Current Bibliography of the History of technology.

Isis, Current Bibliography. Recueil dans WITHROW M. ed. (1976), Isis cumulative bibliography, 1913-1975, Londres et NEU J. (1989), Isis cumulative bibliography, 1976-1985, History of Science Society, Boston.

*Instruments statistiques*

AEN/OCDE (annuel depuis 1983), Nuclear Energy Data,/Données sur l'énergie nucléaire, Paris.

AIE/OCDE (1990-1991-1992) Statistiques historiques de l'énergie, 4 vol. 1960-1992 Paris.

*Chronologies*

UKAEA (1984), The development of Atomic Energy, 1939-1984, chronology of events, Bournemouth (Dorset).

NEW (1983-1993), Nuclear status report for Western Europe, publié annuellement. Devient en 1989 le World nuclear Status report.

*Atlas*

CHALIAND G., JAN M. (1993), Atlas du nucléaire civil et militaire, Payot, Paris.

*Dictionnaires et annuaires*

AEN/OCDE (1983), Glossaire de l'énergie nucléaire, anglais-français, Paris.

ANGENAULT J. (1991), La chimie, dictionnaire encyclopédique, Dunod, Paris.

CEA (1964), Dictionnaire des sciences et des techniques nucléaires, PUF, Paris.

CLASON W.E. (1970), Elsevier's dictionary of nuclear science and technology, Elsevier, Amsterdam, Londres, New York.

GMELIN (1974), Gmelin Handbook of inorganic chemistry, Transurane, vol. A1, Berlin.

GMELIN (1982), Gmelin Handbook of inorganic chemistry, Uranium, vol. A4, Irradiated fuel reprocessing, Berlin.

NUCLEAR ENGINEERING INTERNATIONAL (1993), Fuel cycle facilities, Nuclear Engineering Handbook 1994, pp. 124-135.

PASCAL P. (1956,1960,1962,1967,1970), Nouveau traité de chimie minérale, Masson, Paris. tomes 1 et 15.

# Références bibliographiques


AEEN/OECE (1958), *L'industrie devant l'énergie nucléaire, exposés présentés au cours de la seconde Conférence d'information sur l'Energie Nucléaire pour les dirigeants d'entreprises, à Amsterdam, 24 au 28 juin 1957*, Paris.

AEN/OCDE (1980), *Déclassement des installations nucléaires: exigences à prendre en compte au stade de la conception, compte-rendu d'une réunion de spécialistes de l'AEN*, 17-19 mars 1980, Paris.

AEN/OCDE (1991b), *Déclassement des installations nucléaires, une analyse de la variabilité des coûts du déclassement*, Paris.

AEN/OCDE (1993a), *La sûreté du cycle du combustible nucléaire.*

AEN/OCDE (1993b), *La radioprotection au seuil du XXIe siècle; compte rendu d'une réunion de travail de l'AEN/ Radiation Protection on the Threshold of the 21st Century; Proceedings og an NEA Workshop, Paris, 11-13 janvier 1993.*

AEN/OCDE-AIEA (1973), *Gestion des déchets radioactifs résultant du traitement du combustible irradié, compte-rendu du symposium, 27 novembre-1er décembre 1972*, Paris.

AEP/OECE (1957), *L'industrie devant l'énergie nucléaire, exposés présentés au cours de la première Conférence d'information sur l'Energie Nucléaire pour les dirigeants d'entreprises, à Paris, 1er au 5 avril 1957*, Paris.

AIE/OCDE (1990-1991-1992), *Statistiques historiques de l'énergie*, 4 vol. 1960-1992 Paris.

AIEA (1980), *Evaluation internationale du cycle du combustible nucléaire, Résumé des travaux*, AIEA Vienne.

ALEXANDRE D., CHOTIN M., LE BLAYE G. (1987), Vitrification of fission product wastes: industrial experience and construction of the new vitrification units at La Hague, RECOD (1987), pp.289-296.

ALLES M. (1963), L'installation de dégainage, *EN*, pp.257-262.

ANGENAULT J. (1991), *La chimie, dictionnaire encyclopédique*, Dunod, Paris.

ASSOCIATION DES AMIS DE LOUIS ARMAND (1986), *Louis Armand, 40 ans au service des hommes*, Paris.

ASYEE J. (1985), URENCO/CENTEC, une entreprise industrielle commune créée par un traité, STROHL P. dir. (1985), pp.35-41.

AtW (1986 à 1991), "Besondere Vorkommnisse" in der WAK, *AtW*, 1986, 12, pp.626-627; *AtW*, 1987, 12, pp.607-608; *AtW*, 1989, 2, pp.98-100; *AtW*, 1990, 4, pp.203-204; *AtW*, 1991, 5, pp.250-252.

AtW (1979), Abgabe radioaktiver Stoffe aus Wiederaufarbeitungsanlagen in der EG 1972-1976, *AtW*, 1979, 12, pp.612-613.

BARBE A., PECH R. (1991), Cost estimation of the decommissioning of nuclear fuel cycle plants: application to reprocessing plants, RECOD (1991), pp.953-959.

BARBIER C. (1990), Les négociations franco-germano-italiennes en vue de l'établissement d'une coopération militaire nucléaire au cours des années 1956-1958, *Revue d'Histoire diplomatique*, 1-2 /1990, pp.81-113

BARENDREGT T. et al. (1964), *Conception de l'usine de retraitement d'Eurochemic*, juillet 1964.

BARENDREGT T.J., KOREN LUND L. (1958), L'installation de retraitement de combustible du JENER, ONU(1958), P/585.

BAUDOUÏ R. (1992), *Raoul Dautry. Le technocrate de la République*, Balland, Paris.

BERN J.B., WAISS Y. (1983), Contrôle en ligne dans les usines de retraitement, *RGN*, 1983, 5, pp.406-408.

BERNARD C., MOUROUX J.P., DECOURS J. et al. (1991), Zirconium-made equipement for the new La Hague reprocessing plants, RECOD (1991), pp.570-575.

BETIS J. (1993), Pratique de l'optimisation de la radioprotection sur le centre de retraitement des combustibles irradiés de La Hague, *RGN*, 1993, 4, pp.270-275.

BLANC D. (1991), *Sûreté de l'énergie nucléaire*, PUF,Paris.

BLUM R. (1963), La coopération France-Japon dans le domaine nucléaire, *EN*, pp.481-484.

BOITEUX M. (1969), Position d'EdF devant le choix des filières, compte rendu sténographique d'une partie de la Conférence de presse de M. Boiteux à l'occasion de la présentation de St Laurent des eaux à la presse le 16 octobre 1969, *EN*, pp.519-521.

BOITEUX M. (1993), *Haute tension*, Odile Jacob, Paris, notamment le chapitre 14. La bataille des filières nucléaires, pp.137-156.

BOSSUAT G. (1992a), *L'Europe occidentale à l'heure américaine*, 1945-1952, Complexe, Bruxelles.

BOSSUAT G. (1992b), *La France, l'aide américaine et la construction européenne 1944-1954*, Comité d'Histoire économique et financière de la France, Paris.

BOTHWELL R. (1988), *Nucleus. L'histoire de l'Energie Atomique du Canada Limitée*, Québec.

BRAUN H.J. ed.(1992), Symposium on failed innovations, Introduction, *Social Studies of Science*, SAGE, Londres et al. loc., vol. 22 (1992), pp.213-230.

BRAUN H.J., KAISER W. (1992), *Propyläen Technikgeschichte*, KÖNIG W. ed.(1990-1992), Bd 5, 1914-1990, Ullstein Propyläen, Francfort, Berlin.Voir notamment KAISER W., Technisierung des Lebens seit 1945, Chapitre Die Problematik der Kernenergie als neue Primärenergiequelle, pp.285-339.

BROMBERGER M. et S. (1968), *Les coulisses de l'Europe*, Paris.

BRUCE F.R., SHANK E.M. et al. (1958), Expérience acquise pendant le fonctionnement de deux installations pilotes de traitement chimique, ONU(1958), P/536.

BÜHRER W. (1986), *Ruhrstahl und Europa. Die Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie und die Anfänge der europaïschen Integration, 1945-1952*, Munich. Compte-rendu de lecture de WOLFF J.M. (1989), *Le mouvement social*, N°148, juillet-septembre 1989, pp.112-114.

BUSEKIST O. von (1980), Der Werdegang der Eurochemic, eine Bilanz, *AtW*, mai. BUSEKIST O. von (1982), Eurochemic, échec ou exemple, *Consensus*, n°2, p.2-14.

CALLERI G., CAO S et al. (1971), Italian Progress Report on reprocessing of irradiated fuel, ONU (1971), A/CONF. 49/P/182.

CANTELON P.L., HEWLETT R.G., WILLIAMS R.C. ed. (1991), *The American Atom. A documentary history of nuclear policies from the discovery of fission to the present*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press.

CAREW A. (1987), *Labour under the Marshall Plan. The Politics of productivity and the marketing of management science*, Manchester University Press, Manchester.

CEA (1951-1954), *Rapport sur l'activité et la gestion du CEA au Président du Conseil et au Ministre des finances*, annuel, de 1951 à 1954

CECA-CEE-CEEA (1987), *Traités instituant les Communautés européennes*, Luxembourg.

CFDT (1980), *Le dossier électronucléaire*, Paris.

CHABERT J., COIGNAUD G., PEROT J.P., FOURNIER W., SILVAIN B. (1991), Total data management system for the La Hague spent fuel reprocessing plants, RECOD (1991), pp.77-82.

CHABERT J., ROULLAND M. (1991), Computer-aided maintenance at La Hague UP3, *NEW*, 1991, 5-6, pp.20-21.

CHADEAU E. dir. (1994), *Ariane : le défi technologique*, Paris.

CHALIAND G., JAN M. (1993), *Atlas du nucléaire civil et militaire*, Payot, Paris.

CHANDLER Jr. A.D. (1962), *Strategy and structure. Chapters in the history of the industrial enterprise*, Cambridge Mass. Traduction française 1989 *Stratégies et structures de l'entreprise*, Editions d'Organisation, Paris.

CHANDLER Jr. A.D. (1977), *The visible Hand, the managerial revolution in American business*, Cambridge Mass. Traduction française (1988), *La main visible des managers, une analyse historique*, Economica, Paris

CHAYES A., LEWIS W.B. ed. (1977), International arrangements for Nuclear Fuel Reprocessing, Cambridge (Mass.).

CISAC/NAS (1994), *Management and disposition of excess weapons plutonium*, Committee on International Security and Arms Control (CISAC), National Academy of Sciences, National Academy Press, Washington.

COCHRAN T.B., NORRIS R.S., SUOKKO K.L. (1993), Radioactive contamination at Chelyabinsk-65, Russia, *Annual review of Energy and the Environment*, vol 18, pp.507-528, Palo Alto (Cal.).

COHEN E. (1992), *Le colbertisme High Tech, économie des Telecom et du grand projet*, Hachette, Paris.

COHEN S. (1988), Les pères de la bombe atomique française, *L'Histoire* n°117, décembre 1988, pp.18-26.

CONZE E. (1990), La coopération franco-germano-italienne dans le domaine nucléaire dans les années 1957-1958, un point de vue allemand, *Revue d'Histoire diplomatique*, 1-2/1990, pp.115-132.

COUTURE J. (1975), Y a-t-il une crise mondiale dans le retraitement des combustibles?, *RGN*, 1, pp.31-34.

CREGUT A. (1978), Le déclassement des installations nucléaires, *RGN*, 1978, 3, pp.166-172.

CREGUT A., LURIE R. (1985), L'expérience française en matière de déclassement, *RGN*, 1985, 2, pp.133-138.

CURILLON R., COEURE M. (1963), L'ensemble industriel d'exploitation de plutonium. L'usine - son évolution - ses annexes, *EN*, pp.271-281.

CURILLON R., VIENOT J. (1968), L'ensemble industriel de traitement des combustibles irradiés au Japon, *EN*, pp.160-168.

DAVIET J.P. (1989), *Une multinationale à la française, Saint-Gobain 1665-1989*, Fayard, Paris.

DAVIET J.P. (1993), *Eurodif, Histoire de l'enrichissement de l'uranium, 1973-1993*, Anvers, Fonds Mercator/Eurodif S.A., Bruges.

DE CONINCK, DEMONIE M., CLAES J. (1986), Design and preliminary experience of interim storage facility for vitrified Waste, *NEW*, 1986, 9, pp.27-29.

DEBEIR J.C., DELEAGE P.P., HEMERY D. et al. (1986), *Les servitudes de la puissance, une Histoire de l'énergie*, Flammarion, Paris, en particulier les chapitres 8 et 9, pp.299-360.

DELANGE M. (1985a), Développement, expérience et innovation dans le retraitement, *RGN*, 1985, 6, pp.559-568.

DEMONIE H., WIESE H. (1990), Operation of the Pamela High-level waste vitrification facility, paper presented at the Jahrestagung Kerntechnik 1990, s.l.

DETILLEUX E. (1966), *Le laboratoire de développement industriel d'Eurochemic, son rôle, ses moyens*, juillet 1966, brochure de présentation.

DETILLEUX E. (1978), Mise à l'arrêt des installations d'Eurochemic: programme, évolution et enseignements, *RGN*, 1978, 3, pp.177-186.

DEVEZEAUX DE LAVERGNE J.G. (1994), Wirtschaftlichkeit von Wiederaufarbeitung und Recycling, *AtW*, mai 1994, pp.350-353.

DREISSIGACKER H., FICHTNER H., REINARTZ W. (1966), Bau des Dissolvers für die Eurochemic Wiederaufarbeitungsanlage, *AtW*, avril 1966, pp.170-173

DUBOZ M.(1965), Le Centre de La Hague, *EN*, pp.228-245.

DUMOULIN M., GUILLEN P., VAÏSSE M. dir.(1994), *L'énergie nucléaire en Europe. Des origines à Euratom. Actes des journées d'études de Louvain-La-Neuve (18 et 19 novembre 1991)*, Peter Lang, Collection Euroclio, Berne.

DUVAL M., MONGIN D. (1993), Histoire des forces nucléaires françaises depuis 1945, PUF, Paris.

DWK (1985), *PAMELA, ein Projekt wird verwirklicht*, Scherrer-Druck, Hanovre.

ECKERT M. (1989), *Kernenergie und Westintegration: die Zähmung des Westdeutschen Nuklearnationalismus*, HERBST L. et al. ed. (1990), Vom Marshallplan zur EWG, Munich, pp.313-334.

ECKERT M. (1989), Die Anfänge der Atompolitik in der Bundesrepublik Deutschland,*Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte*, 37(1989) 1, pp.115-143, Münich.

EGGLESTON W. (1965), *Canada's nuclear story*, Toronto, Vancouver.

ETR 318: DRENT W., DELANDE E. (1984), *Proceedings of the Seminar on Eurochemic experience*, June 9-11,1983, Mol.

FAUGERAS P., CHESNE A. (1965), Le traitement des combustibles irradiés-amélioration et extension du procédé utilisant les solvants, ONU (1965), P/65, pp.295-306.

FERMI L. (1957), *Atoms for the World: US participation in the Conference on the peaceful uses of Atomic Energy*, University of Chicago Press.

FERNANDEZ N. (1963), La section de traitement des effluents. Ses problèmes, son fonctionnement, ses résultats, *EN*, pp.282-290.

FINON D. (1989), *L'échec des surgénérateurs, autopsie d'un grand programme*, PUG, Grenoble.

FORATOM (1970), *The future of reprocessing in Europe, a Foratom Study prepared by a groupe of experts*, février 1970.

FRANK Sir C. intr. (1993), *Operation Epsilon: the Farm Hall transcripts*, Institute of Physics Publishing, Londres.

FREROTTE M. (1988), L'avenir des installations d'Eurochemic, Belgoprocess ou Belgowaste?, *Intercommunale*, 1er trimestre 1988, Bruxelles.

FRIDENSON P. (1989), Les organisations, un nouvel objet, *Annales ESC* n°6, pp.1461-1477.

FRUS, Foreign Relations of the United states.

GALLEY R. (1958), Les problèmes posés par l'usine de plutonium de Marcoule et leurs solutions, *EN*, 1958, pp.2-20. traduction anglaise dans:

GALLEY R. (1959), Problems connected with the plutonium factory at Marcoule and their solution, *Journal of the Brirish Nuclear Energy Conference*, 1959, 1, pp.1-11.

GIRAULT R., FRANK R., THOBIE J. (1993),*La loi des géants*, Masson, Paris.

GIRAULT R., LEVY-LEBOYER M. dir. (1993), *Le Plan Marshall et le relèvement économique de l'Europe*, Actes du Colloque tenu à Bercy les 21, 22 et 23 mars 1991, Comité pour l'Histoire economique et financière de la France, Ministère des Finances, Paris.

GOLDSCHMIDT B. (1962), *L'aventure atomique*, Fayard, Paris.

GOLDSCHMIDT B. (1980), *Le complexe atomique*, Fayard, Paris

GOLDSCHMIDT B. (1987), *Pionniers de l'atome*, Stock, Paris.

GOMEZ J. (1983), Utilisation de l'instrumentation conventionnelle dans les usines de retraitement, *RGN* 1983, 5, pp.401-405.

GOWING M. (1964), *Britain and Atomic Energy 1939-1945*, McMillan Co, Londres.

GOWING M. (1974), *Independence and deterrence. Britain and Atomic Energy 1945-1952*, vol. 1 *Policy making*, vol. 2, *Policy execution*, The McMillan Press Ltd, Londres. Voir particulièrement le vol. 2, pp.402-423, sur les usines de séparation chimiques.

GROVES L.R. (1962), *Now it can be told, the Story of the Manhattan Project*, New York.

GUILLEN P. (1985), La France et la négociation du traité Euratom, *Relations Internationales*, n°44, hiver 1985, pp.391-412, Paris.

HEILBRON J.L., SEIDEL R.W. (1989), *Lawrence and his laboratory, A History of the Lawrence Berkeley Laboratory*, vol. 1, University of Califormia Press, Berkeley, Los Angeles.

HELMREICH J.E. (1986), *Gathering rare ores, the diplomacy of uranium acquisition, 1943-1954*, Princeton University Press, Princeton.

HERMANN A., KRIGE J., MERSITS U., PESTRE D.(1987 et 1990), *History of CERN*, Amsterdam.

HERMET G. (1992), *L'Espagne au XXe siècle*, PUF, Paris.

HEWLETT R.G., ANDERSON O.E. (1962), *History of the U.S. Atomic Energy Commission, vol. 1, The new world, 1939-1946*, University Park, Pennsylvania State University Press.

HEWLETT R.G., DUNCAN F. (1969), *History of the U.S. Atomic Energy Commission, vol. 2, Atomic Shield, 1947-1952*, University Park, Pennsylvania State University Press.

HEWLETT R.G., HOLL J.M. (1989), *Atoms for Peace and War, 1953-1961. Eisenhower and the Atomic Energy Commission*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles.

HILD W., DETILLEUX E., GEENS L. (1980), Some recommandations for plant design and layout resulting from the decontamination of the Eurochemic reprocessing plant and the partial decommissioning of some of its facilities, AEN/OCDE (1980), pp.197-208.

HILPERT H.J. (1987), Floor response spectra of the main process building of a reprocessing plant against earthquake, airplane crash and blast, RECOD (1987), pp.1347-1350.

HIRSCH E. (1988), *Ainsi va la vie*, Lausanne.

HOGERTON J.F. ed.(1958), Atoms for Peace, a pictorial survey, s.l..

HOLLOWAY D. (1994), *Stalin and the bomb: The Soviet Union and Atomic energy, 1939-1956*, New Haven Conn., Yale University Press.

HOSTE A., JAUMOTTE A. (1976), *Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire, Rapports de synthèse*, mars 1976, Royaume de Belgique, Ministère des affaires économiques, Bruxelles

HOSTE A., JAUMOTTE A. (1982), *Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire, Rapport final, éléments d'actualisation*, Royaume de Belgique, Ministère des affaires économiques, Secrétariat d'Etat à l'énergie, Bruxelles.

HOUNSHELL D.A., SMITH J.K. Jr. (1988), *Science and corporate strategy. Du Pont R&D, 1902-1980*, Cambridge University Press, Cambridge (Mass.). Chapitre 16.

HUET P. (1958), L'AEEN et la Société Eurochemic, contribution à l'étude des sociétés internationales, *Annuaire français de droit international (AFDI)*, Paris.

HUG P.(1991), La genèse de la technologie nucléaire en Suisse, *Relations Internationales*,, n°68, *Le nucléaire dans les relations internationales. 1*,hiver 1991, pp.325-344.p

IZQUIERDO J.J., CHAUVIRE P., PLESSIS L. (1991), The MERC maintenance system, RECOD (1991), pp.1111-1116.

JOUANNAUD C. (1963), L'usine d'extraction du plutonium et son exploitation, *EN*, pp.263-270.

KAUFMANN F., WIESE H. (1987), Vitrification of high level waste, RECOD (1987), pp.279-288.

KERVERN G.Y., RUBISE P. (1991), *L'archipel du danger. Introduction aux cindyniques*, Economica, Paris.

KOENIG C.,THIETART R.A. (1988), Managers, Engineers and Government, the emergence of the Mutual Organization in the European Aerospace Industry, *Technology in Society*, X,1988,pp.45-69.

KRAUSE H. (1982), Die Endkonditionierung hochaktiver Spaltproduktlösungen, *AtW*, 1982, 12, pp.618-621.

KRIGE J. (1993a), *The Launch of ELDO*, ESA HSR-7 (History Study Report n°7), March 1993.

KRIGE J. (1993b), *Some new thoughts on the launch of ELDO and its subsequent "failure"*, paper presented at the Conference on technological change, Oxford, 8-11 september 1993.

KRIGE J. ed.(1992), Choosing Big Technologies,*History and Technology*, 1992, 1-4.

KUHN K.-D., WIESE H., DEMONIE M. (1991), HLLW conditioning in the PAMELA vitrification plant, RECOD (1991), pp.273-277.

LECLERCQ J. (1986), *L'ère nucléaire, le monde des centrales nucléaires*, Hachette Paris.

LECLERQ-AUBRETON Y., ASYEE J., NORAZ M. (1968), *Preliminary Study of an international financial nuclear energy company, FINUCLEAIRE*, non paginé, daté du 20 octobre 1968.

LEDUC M., PELRAS M., SANNIER J., TURLUER G., DEMAY R. (1987), Etudes de corrosion sur les matériaux destinés aux usines de retraitement, RECOD (1987), pp.1173-1180.

LEFORT G., MIQUEL P., RUBERCY M. de (1968), Etude et expérimentation du schéma des extractions de l'usine japonaise, *EN*, pp.169-180.

LEISTER P., OESER H.R. (1991), Remote handling technology for reprocessing plants: lessons learnt from LAHDE, RECOD (1991), pp.163-168.

LEMON R.B., REID D.G. (1956), Marche d'une usine de traitement radiochimique à entretien non télécommandé, ONU(1956), P/543.

LORRAIN B., SAUDRAY D., TARNERO M. (1987), Dissolveur continu rotatif pour combustible à eau légère. Essais du prototype, RECOD (1987), pp.1471-1481.

LOWRANCE W.W. (1977), Nuclear futures for sale: issues raised by the West-German Brazilian nuclear agreement, CHAYES A., LEWIS W.B. ed. (1977), pp.201-221.

LUNG M., COIGNAUD M. (1978), L'usine de retraitement de Tokai-Mura, *RGN*, 1978,4, pp.314-319.

MACKENZIE D., SPINARDI G. (1994), Tacit Knowledge, Weapons Design, and the Uninvention of Nuclear Weapons. Draft de mars 1994 transmis par Dominique Pestre.

MARJOLIN R. (1986), *Le travail d'une vie, Mémoires 1911-1986*, Laffont, Paris.

MELANDRI P. (1975), *Les Etats-Unis et le défi européen 1955-1958*, Paris.

MELANDRI P. (1980), *Les Etats-Unis face à l'unification de l'Europe 1945-1954*, Paris.

MEMORANDUM OF UNDERSTANDING (1970), *Understanding between Eurochemic and the UKAEA*, 15 octobre 1970.

MILWARD A.S. (1984), *The Reconstruction of Western Europe*, 1947-1952, Londres.

MISCHKE J. (1984), Konzept und Stand der Wiederaufarbeitungsanlage WA-350, *AtW*, 1984, 8-9, 434-438.

MIYAHARA K., YAMAMURA O., TAKAHASHI K. (1991), The operational experience at Tokai reprocessing plant, RECOD (1991), pp.49-54.

Mol, le 20 mai 1983.

MONGIN D. (1993), Aux origines du programme atomique français, *Matériaux pour l'Histoire de notre temps*, n°31, avril-juin 1993, pp.13-212, Nanterre.

MONGON A. (1963), cf. AEEN/OCDE-EUROCHEMIC (1963b).

MONGON A. (1964), Instrumentation et automatisme dans une usine de retraitement de combustibles irradiés, *EN*, pp.150-158.

MONNET J. (1976), *Mémoires*, Fayard, Paris. (Edition du Livre de Poche).

MÜLLER W.D. (1990), *Geschichte der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland, Anfänge und Weichenstellungen*, Schäffer Verlag für Wirtschaft und Steuern Gmbh, Stuttgart (Kerntechnische Gesellschaft).

MUS G., LINGER C. (1987), Conduite automatique des procédés de l'atelier pilote, RECOD (1987), pp.1519-1526.

NAITO S., SUMIYA A., OHTAKA K. et al. (1991), Remote inspection of repaired dissolvers and improvement of the remote maintenance robots, RECOD (1991), pp.157-162.

NAU H.R. (1974), *National Politics and International Technology; Nuclear Reactor development in Western Europe*, The John Hopkins University press, Baltimore (Maryland), Londres.

NAU H.R. (1975), Collective response to R&D problems in Western Europe: 1955-1958 and 1968-1973, *International Organization*, vol 29, n°2, Summer 1975, pp.617-653.

NUTI L. (1990), Le rôle de l'Italie dans les négociations trilatérales 1957-1958, *Revue d'Histoire diplomatique*, 1-2/1990, pp.132-158.

OECE (1956a), *Possibilités d'action dans le domaine de l'énergie nucléaire*, appelé aussi "Rapport Nicolaïdis", janvier, Paris.

OECE (1956b), *L'Europe face à ses besoins croissants en énergie*, appelé aussi "Rapport Hartley", mai, Paris.

OECE (1956c), *L'action commune des pays de l'OECE dans le domaine de l'énergie nucléaire*, septembre, Paris.

OECE (1955), *Quelques aspects du problème européen de l'énergie*, appelé aussi "Rapport Armand, juin, Paris.

OECE (1958), *l'AEP, activités et perspectives, bilan des quatre premières années de fonctionnement.*

ONOYAMA M., NAKATA M., HIROSE Y., NAKAGAWA Y. (1991), Development of a high performance type 304L Stainless steel for nuclear fuel reprocessing facilities, RECOD (1991), pp.1066-1071.

ONU (1956), *Actes de la Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques*, volume IX, *Materiaux: essai et traitement chimique*, Genève.

ONU (1958), *Actes de la deuxième Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques*, volume VIII, *Combustibles irradiés et matières radioactives; protection contre les rayonnements*, Genève.

ONU (1965), *Proceedings of the Third International Conference on the Peaceful uses of Atomic Energy*, volume X, *Nuclear Fuels-I. Fabrication and Reprocessing*, volume XIV, *Environmental Aspects of Atomic Energy and Waste Management*, New York.

ONU (1972), *Peaceful Uses of Atomic Energy, proceedings of the Fourth International Conference on the peaceful uses of atomic energy*, volume VIII, New York, Vienne.

ORNL REVIEW (1992), ORNL, The first 50 years, *ORNL Review*, 25, 3/4. Chapitre 1, Wartime laboratory.

OSIPENCO A. (1980), Occupational radiation exposure at the Eurochemic reprocessing plant during normal operation and intervention periods, *Occupational radiation exposure in nuclear fuel facilities*, AIEA, Vienne 1980, pp.439-450.

OSIPENCO A., DETILLEUX E., FERRARI P. (1980), Décontamination et démantèlement partiel de l'usine de retraitement Eurochemic. Enseignements relatifs à la radioprotection et à la gestion des déchets, AEN/OCDE (1980), pp.255-262.

PEROT J.P. (1983), La conduite du procédé dans les usines de retraitement de combustibles irradiés, *RGN*, 1983,5,pp.398-401.

PESTRE D. (1986), La naissance du CERN, le comment et le pourquoi, *Relations internationales*, n°46, été 1986, pp.209-226.

PIGNAULT J.(1983), conception d'une salle de conduite centralisée: application aux extensions de l'établissement de La Hague, *RGN*, 1983, 5, pp.411-414.

PIROTTE O., GIRERD P., MARSAL P., MORSON S. (1988), *Trente ans d'expérience Euratom*, Bruylant, Bruxelles

POHLAND E., STROHL P. (1962), Die Zusammenarbeit der Eurochemic mit der europaïschen Industrie beim Bau der Eurochemic-Anlage, *AtW*, Aug/Sept., pp.403-409

POLACH J.G. (1964), *Euratom, its background, issues and economic implications*, New York.

PONCELET J.F., HUGELMANN D., SAUDRAY D., MUKOHARA S., CHO A. (1991), Head-end process technology for the new reprocessing plants in France and Japan, RECOD (1991), pp.95-99.

RADKAU J. (1983), *Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft, 1945-1975*, Rowohlt, Hambourg.

RADKAU J. (1988), Das überschätzte System. Zur Geschichte der Strategie- und Kreislauf-Konstrukte in der Kerntechnik., *Technikgeschichte*, 56(1988) 3, pp.207-215.

RADVANYI P. et BORDRY M. (1992), Les multiples chemins d'un projet démesuré, *Le projet Manhattan, Histoire de la première bombe atomique, Big Science, Les grands projets scientifiques du XXe siècle, Cahiers de Sciences et Vie* n°7, pp.32-52.

RECOD (1987), *International Conference on Nuclear Fuel Reprocessing and Waste Management*, Actes de la Conférence ayant eu lieu au palais des Congrès de la Porte Maillot, Paris, du 23 au 27 août 1987. Sponsor: SFEN. Co-sponsor: European Nuclear Society, American Nuclear Society, Atomic Energy of Japan, 4 vol., 1628 p.

RECOD (1991), *The Third International Conference on Nuclear Fuel Reprocessing and Waste Management, Proceedings*. Actes de la conférence qui s'est tenue à Sendai du 14 au 18 avril 1991. Sponsors: Atomic Energy Society of Japan, Japan Industrial Forum. Co-sponsors: ANS, ENS, JAERI, PNC. 2 vol., 1154 p.

RODIER J., ESTOURNEL R., BOUZIGUES H., CHASSANY J. (1963), Le travail en milieu radioactif et ses problèmes, *EN*, pp. 291-301.

ROUVILLE M. de (1963), Le centre de production de plutonium de Marcoule, *EN*, pp. 213-220. Présentation du numéro spécial de la revue consacré à Marcoule, n°4, juin 1963.

SAITCEVSKY B. (1979), Creys-malville: les accords de coopération européenne entre producteurs d'éléctricité, *RGN*, 1979, n°6, pp. 597-598.

SALOMON J.-J. (1986), le Gaulois, le cow-boy et le samouraï. La politique française de la technologie, Economica, Paris.

SALOMON J.-J. (1992), *Le destin technologique*, Balland, Paris.

SCHEINMAN L. (1965), *Atomic Energy Policy in France under the Fourth Republic*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

SCHEINMAN L. (1967), Euratom: nuclear Integration in Europe, *International Conciliation*, n° 563, may 1967, New York.

SCHEUTEN G.H. (1985), Die deutsche Wiederaufarbeitungsanlage, *AtW*, 1985, 362-365.

SCHMIDT-KÜSTER W.J. (1970), Zusammenarbeit bei der Urananreicherung mit Gaszentrifugen. Der deutsch-britisch-niederländische Vertrag von Almelo, *AtW*, juin 1970, pp. 290-292.

SCHÜLLER W. (1984), Betriebserfahrungen mit der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, *AtW*, 1984, 8-9, pp. 438-444.

SCHÜLLER W. (1985), Zwanzig Jahre GWK/WAK. Bilanz des Erreichten und Ausblick auf zukünftige Aufgaben, *AtW*, 1985, 4, pp. 178-181.

SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT DER KERNFACHLEUTE (1992), *Die Geschichte der Kerntechnik in der Schweiz. Die ersten 30 Jahren, 1939-1969*, Olynthus Verlag. Epreuves.

SCHWENNESEN J.L. (1958), Examen sommaire de la conception et de l'exploitation des usines de traitement du combustible nucléaire, ONU(1958), P/514.

SEABORG G.T. (1958), *The transuranium elements*, Yale University Press, New Haven

SERRA E. ed. (1989), *Il rilancio dell'Europa e i trattati di Roma*, actes du colloque de Rome, 25-28 mars 1987, Baden-Baden, Bruxelles, Milan, Paris.

SETHNA H.N., SRINIVASAN N. (1964), Fuel processing at Trombay, ONU(1964), P/786.

SHAW E.N. (1983), *Europe's nuclear power experiment: History of the OECD Dragon Project*, Pergamon, Oxford.

SILIE P. (1983), Les systèmes de conduite centralisés des usines de retraitement, *RGN*, 1983, 5, pp. 408-411.

SIMONNET J., DEMAY R., BACHELAY J. (1987), Development and use of zirconium in reprocessing equipment, RECOD (1987), pp. 1215-1218.

SMYTH H.DW. (1948), *Atomic Energy for military purposes, the official Report on the Development of the Atomic Bomb, under the Auspices of the United States Government, 1940-1945*, Princeton.

SOUSSELIER Y. (1960), *Demain l'atome*, PUF,Paris.

SOUTOU G.H. (1991), La logique d'un choix: le CEA et le problème des filières électro-nucléaires, 1953-1969, *Relations Internationales*, n°68, *Le nucléaire dans les relations internationales. 1* hiver 1991, pp.351-377.

SOUTOU G.H. (1993), Les accords de 1957 et 1958: vers une communauté stratégique et nucléaire entre la France, l'Allemagne et l'Italie?, *Matériaux pour l'Histoire de notre temps*, n°31, avril-juin 1993, pp. 1-12, Nanterre.

STAMM-KUHLMANN T. (1992), EURATOM, ENEA und die nationale Kernenergiepolitik in Deutschland, *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 1992, Bd.15, Heft 1, pp. 39-49.

STROHL P. (1959), L'OECE, *Juris-classeur de Droit international*, fascicules 160-A et 160-B, Editions techniques, Paris.

STROHL P. (1961), Problèmes juridiques soulevés par la constitution et le fonctionnement de la Société Eurochemic., *Annuaire français de droit international*, pp. 569-591, Paris.

STROHL P. (1981), La coopération internationale dans le domaine de l'énergie nucléaire, Europe et pays de l'OCDE, SOCIETE FRANCAISE POUR LE DROIT INTERNATIONAL, *L'Europe dans les relations internationales, unité et diversité*, actes du colloque de Nancy 21 au 23 mai 1981, Pédone, Paris, 1982.

STROHL P. (1983), Les projets internationaux de recherche et développement dans le domaine de l'énergie nucléaire, expérience et perspectives, AIEA, *Nuclear power experience*, vol; 5, pp.511-531, Vienne.

STROHL P. (1991), Les aspects internationaux de la liquidation de la société Eurochemic, *Annuaire français de droit international*, Paris, pp.727-738.

STROHL P. dir. (1985), *Les entreprises de coopération techniques internationales; aspects juridiques, bilan, perspectives, Table ronde du 27 avril 1985 organisée par la SFDI, l'AEN/OCDE, l'AIE/OCDE et l'ESA*, Paris.

SVANSSON L. (1963), cf. AEEN/OCDE-EUROCHEMIC (1963b).

SWENNEN R., CUYVERS H., VAN GEEL J., WIECZOREK H. (1984), The treatment of combustible alpha-wastes at Eurochemic using acid digestion and a plutonium recovery process. First results of the active operation of a demonstration plant, American Nuclear Society, Idaho Section ed., *Fuel Reprocessing and Waste Management*, Jackson, Wyoming, August 26-29, 1984, Proceedings vol. 1, pp.549-563.

SYBELPRO (1983), *Syndical agreement*, accord du 13 décembre 1982.

TAKASAKI K., EBANA M., NOMURA T. (1991), Radiation control system at Tokai Reprocessing Plant, RECOD (1991), pp.219-223.

TARANGER P. (1956), Marcoule, Age nucléaire, 1956, 2, pp.35-39.

TEISSIER DU CROS H. (1987), *Louis Armand, visionnaire de la modernité*, Paris.

TEUNCKENS L. (1993), Decommissioning of final product storage buildings at ex-Eurochemic reprocessing plant, *NEW*, 1993, 11-12, p.60.

TITTMANN E., SCHEFFLER K. (1987), PAMELA's LEWC campaign, s.l.

TOYOTA M. (1991), Outline of Rokkasho reprocessing plant project, RECOD (1991), pp.38-43.

UKAEA (1984), *The development of Atomic Energy, 1939-1984, chronology of events*, Bournemouth (Dorset).

USAEC (1955), *Selected Reference Material, United States Atomic Energy Program, volume Six, Chemical Processing and Equipment*, Genève.

VAÏSSE M. (1990), Autour des "accords Chaban-Strauß", 1956-1958. *Revue d'Histoire diplomatique*, 1-2/1990, pp.77-79.

VAÏSSE M. (1991), Avis de recherche, l'histoire de l'armement nucléaire, *Vingtième siècle*, octobre-décembre 1991, pp.93-94.

VAÏSSE M. (1992), La coopération nucléaire en Europe (1955-1958), Etat de l'historiographie, *Storia delle relazioni internazionali*, VIII, 1992/1-2, pp.201-213.

VANDERLINDEN J. dir.(1994), *Un demi-siècle de nucléaire en Belgique*, ouvrage édité par la Société nucléaire belge, La Communauté française de Belgique et le FNRS aux Presses interuniversitaires européennes, Bruxelles. Drafts.

VIEFERS W. (s.d.), *Waste treatment developments, practices and experience at Eurochemic*, rapport non publié, datant probablement de 1985.

VIEFERS W. (1986), *Incidents at Eurochemic, description and evaluation*, rapport non publié d'avril 1986.

WALKER M. (1990), Legenden um die deutsche Atombombe, *Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte*, 1990/1, pp.45-74.

WALKER M. (1993), Selbstreflexionen deutscher Atomphysiker. Die Farm-Hall Protokolle und die Entstehung neuer Legenden um die deutsche Atombombe, *Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte*, 1993/4, pp.519-542.

WALKER W. (1992), The back-end of the nuclear fuel cycle, in KRIGE J. ed.(1992), Choosing Big Technologies, *History and Technology*, 1992, 1-4, pp.189-201.

WEART S. (1979), *Scientists in power*, Harvard University Press, traduction française (1980), *La grande aventure des atomistes français*, Fayard, Paris. L'édition française ne comporte ni notes, ni bibliographie.

WEILEMANN P. (1983), *Die Anfänge der Europaïschen Atomgemeinschaft*, Nomos, Baden-Baden.

WEINLÄNDER W., HUPPERT K.L., WEISHAUPT M. (1991), Twenty years of WAK reprocessing pilot plant operation, RECOD (1991), pp.55-63.

WEISS F. (1994), Die schwierige Balance. Österreich und die Anfänge der Westeuropaïschen Integration 1947-1957. *Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte*, Heft 1, pp.71-94.

WIECZOREK H., OSER B. (1986), Entwicklung und aktive Demonstration des Verfahrens der Naßveraschung brennbarer plutoniumhaltiger Festabfälle, *KfK Nachrichten*, vol.18, n°2, pp.77-82.

WINNACKER K., WIRTZ K. (1975), *Das unverstandene Wunder: Kernenergie in Deutschland*, Econ Verlag, Düsseldorf. Traduction française (1977), *Atome, illusion ou miracle*, Paris, Presses Universitaires de France.

YAMANOUCHI T., OMACHI S., MATSUMOTO K. (1987), Decadal operational experience of the Tokai reprocessing plant, RECOD (1987), pp.195-202.

## MAIN SALES OUTLETS OF OECD PUBLICATIONS
## PRINCIPAUX POINTS DE VENTE DES PUBLICATIONS DE L'OCDE

**ARGENTINA – ARGENTINE**
Carlos Hirsch S.R.L.
Galería Güemes, Florida 165, 4° Piso
1333 Buenos Aires Tel. (1) 331.1787 y 331.2391
Telefax: (1) 331.1787

**AUSTRALIA – AUSTRALIE**
D.A. Information Services
648 Whitehorse Road, P.O.B 163
Mitcham, Victoria 3132 Tel. (03) 9210.7777
Telefax: (03) 9210.7788

**AUSTRIA – AUTRICHE**
Gerold & Co.
Graben 31
Wien I Tel. (0222) 533.50.14
Telefax: (0222) 512.47.31.29

**BELGIUM – BELGIQUE**
Jean De Lannoy
Avenue du Roi 202 Koningslaan
B-1060 Bruxelles Tel. (02) 538.51.69/538.08.41
Telefax: (02) 538.08.41

**CANADA**
Renouf Publishing Company Ltd.
1294 Algoma Road
Ottawa, ON K1B 3W8 Tel. (613) 741.4333
Telefax: (613) 741.5439
Stores:
61 Sparks Street
Ottawa, ON K1P 5R1 Tel. (613) 238.8985
12 Adelaide Street West
Toronto, ON M5H 1L6 Tel. (416) 363.3171
Telefax: (416)363.59.63

Les Éditions La Liberté Inc.
3020 Chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy, PQ G1X 3V6 Tel. (418) 658.3763
Telefax: (418) 658.3763

Federal Publications Inc.
165 University Avenue, Suite 701
Toronto, ON M5H 3B8 Tel. (416) 860.1611
Telefax: (416) 860.1608

Les Publications Fédérales
1185 Université
Montréal, QC H3B 3A7 Tel. (514) 954.1633
Telefax: (514) 954.1635

**CHINA – CHINE**
China National Publications Import
Export Corporation (CNPIEC)
16 Gongti E. Road, Chaoyang District
P.O. Box 88 or 50
Beijing 100704 PR Tel. (01) 506.6688
Telefax: (01) 506.3101

**CHINESE TAIPEI – TAIPEI CHINOIS**
Good Faith Worldwide Int'l. Co. Ltd.
9th Floor, No. 118, Sec. 2
Chung Hsiao E. Road
Taipei Tel. (02) 391.7396/391.7397
Telefax: (02) 394.9176

**CZECH REPUBLIC – RÉPUBLIQUE TCHÈQUE**
Artia Pegas Press Ltd.
Narodni Trida 25
POB 825
111 21 Praha 1 Tel. (2) 242 246 04
Telefax: (2) 242 278 72

**DENMARK – DANEMARK**
Munksgaard Book and Subscription Service
35, Nørre Søgade, P.O. Box 2148
DK-1016 København K Tel. (33) 12.85.70
Telefax: (33) 12.93.87

**EGYPT – ÉGYPTE**
Middle East Observer
41 Sherif Street
Cairo Tel. 392.6919
Telefax: 360-6804

**FINLAND – FINLANDE**
Akateeminen Kirjakauppa
Keskuskatu 1, P.O. Box 128
00100 Helsinki
Subscription Services/Agence d'abonnements :
P.O. Box 23
00371 Helsinki Tel. (358 0) 121 4416
Telefax: (358 0) 121.4450

**FRANCE**
OECD/OCDE
Mail Orders/Commandes par correspondance :
2, rue André-Pascal
75775 Paris Cedex 16 Tel. (33-1) 45.24.82.00
Telefax: (33-1) 49.10.42.76
Telex: 640048 OCDE
Internet: Compte.PUBSINQ @ oecd.org
Orders via Minitel, France only/
Commandes par Minitel, France exclusivement :
36 15 OCDE
OECD Bookshop/Librairie de l'OCDE :
33, rue Octave-Feuillet
75016 Paris Tel. (33-1) 45.24.81.81
(33-1) 45.24.81.67

Dawson
B.P. 40
91121 Palaiseau Cedex Tel. 69.10.47.00
Telefax: 64.54.83.26

Documentation Française
29, quai Voltaire
75007 Paris Tel. 40.15.70.00

Economica
49, rue Héricart
75015 Paris Tel. 45.78.12.92
Telefax: 40.58.15.70

Gibert Jeune (Droit-Économie)
6, place Saint-Michel
75006 Paris Tel. 43.25.91.19

Librairie du Commerce International
10, avenue d'Iéna
75016 Paris Tel. 40.73.34.60

Librairie Dunod
Université Paris-Dauphine
Place du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny
75016 Paris Tel. 44.05.40.13

Librairie Lavoisier
11, rue Lavoisier
75008 Paris Tel. 42.65.39.95

Librairie des Sciences Politiques
30, rue Saint-Guillaume
75007 Paris Tel. 45.48.36.02

P.U.F.
49, boulevard Saint-Michel
75005 Paris Tel. 43.25.83.40

Librairie de l'Université
12a, rue Nazareth
13100 Aix-en-Provence Tel. (16) 42.26.18.08

Documentation Française
165, rue Garibaldi
69003 Lyon Tel. (16) 78.63.32.23

Librairie Decitre
29, place Bellecour
69002 Lyon Tel. (16) 72.40.54.54

Librairie Sauramps
Le Triangle
34967 Montpellier Cedex 2 Tel. (16) 67.58.85.15
Telefax: (16) 67.58.27.36

A la Sorbonne Actual
23, rue de l'Hôtel-des-Postes
06000 Nice Tel. (16) 93.13.77.75
Telefax: (16) 93.80.75.69

**GERMANY – ALLEMAGNE**
OECD Publications and Information Centre
August-Bebel-Allee 6
D-53175 Bonn Tel. (0228) 959.120
Telefax: (0228) 959.12.17

**GREECE – GRÈCE**
Librairie Kauffmann
Mavrokordatou 9
106 78 Athens Tel. (01) 32.55.321
Telefax: (01) 32.30.320

**HONG-KONG**
Swindon Book Co. Ltd.
Astoria Bldg. 3F
34 Ashley Road, Tsimshatsui
Kowloon, Hong Kong Tel. 2376.2062
Telefax: 2376.0685

**HUNGARY – HONGRIE**
Euro Info Service
Margitsziget, Európa Ház
1138 Budapest Tel. (1) 111.62.16
Telefax: (1) 111.60.61

**ICELAND – ISLANDE**
Mál Mog Menning
Laugavegi 18, Pósthólf 392
121 Reykjavik Tel. (1) 552.4240
Telefax: (1) 562.3523

**INDIA – INDE**
Oxford Book and Stationery Co.
Scindia House
New Delhi 110001 Tel. (11) 331.5896/5308
Telefax: (11) 332.5993
17 Park Street
Calcutta 700016 Tel. 240832

**INDONESIA – INDONÉSIE**
Pdii-Lipi
P.O. Box 4298
Jakarta 12042 Tel. (21) 573.34.67
Telefax: (21) 573.34.67

**IRELAND – IRLANDE**
Government Supplies Agency
Publications Section
4/5 Harcourt Road
Dublin 2 Tel. 661.31.11
Telefax: 475.27.60

**ISRAEL – ISRAËL**
Praedicta
5 Shatner Street
P.O. Box 34030
Jerusalem 91430 Tel. (2) 52.84.90/1/2
Telefax: (2) 52.84.93

R.O.Y. International
P.O. Box 13056
Tel Aviv 61130 Tel. (3) 546 1423
Telefax: (3) 546 1442

Palestinian Authority/Middle East:
INDEX Information Services
P.O.B. 19502
Jerusalem Tel. (2) 27.12.19
Telefax: (2) 27.16.34

**ITALY – ITALIE**
Libreria Commissionaria Sansoni
Via Duca di Calabria 1/1
50125 Firenze Tel. (055) 64.54.15
Telefax: (055) 64.12.57
Via Bartolini 29
20155 Milano Tel. (02) 36.50.83

Editrice e Libreria Herder
Piazza Montecitorio 120
00186 Roma Tel. 679.46.28
Telefax: 678.47.51

Libreria Hoepli
Via Hoepli 5
20121 Milano Tel. (02) 86.54.46
Telefax: (02) 805.28.86

Libreria Scientifica
Dott. Lucio de Biasio 'Aeiou'
Via Coronelli, 6
20146 Milano Tel. (02) 48.95.45.52
Telefax: (02) 48.95.45.48

**JAPAN – JAPON**
OECD Publications and Information Centre
Landic Akasaka Building
2-3-4 Akasaka, Minato-ku
Tokyo 107 Tel. (81.3) 3586.2016
Telefax: (81.3) 3584.7929

**KOREA – CORÉE**
Kyobo Book Centre Co. Ltd.
P.O. Box 1658, Kwang Hwa Moon
Seoul Tel. 730.78.91
Telefax: 735.00.30

**MALAYSIA – MALAISIE**
University of Malaya Bookshop
University of Malaya
P.O. Box 1127, Jalan Pantai Baru
59700 Kuala Lumpur
Malaysia Tel. 756.5000/756.5425
Telefax: 756.3246

**MEXICO – MEXIQUE**
OECD Publications and Information Centre
Edificio INFOTEC
Av. San Fernando no. 37
Col. Toriello Guerra
Tlalpan C.P. 14050
Mexico D.F.
Tel. (525) 606 00 11 Extension 100
Fax: (525) 606 13 07

Revistas y Periodicos Internacionales S.A. de C.V.
Florencia 57 - 1004
Mexico, D.F. 06600 Tel. 207.81.00
Telefax: 208.39.79

**NETHERLANDS – PAYS-BAS**
SDU Uitgeverij Plantijnstraat
Externe Fondsen
Postbus 20014
2500 EA's-Gravenhage Tel. (070) 37.89.880
Voor bestellingen: Telefax: (070) 34.75.778

**NEW ZEALAND – NOUVELLE-ZÉLANDE**
GPLegislation Services
P.O. Box 12418
Thorndon, Wellington Tel. (04) 496.5655
Telefax: (04) 496.5698

**NORWAY – NORVÈGE**
NIC INFO A/S
Bertrand Narvesens vei 2
P.O. Box 6512 Etterstad
0606 Oslo 6 Tel. (022) 57.33.00
Telefax: (022) 68.19.01

**PAKISTAN**
Mirza Book Agency
65 Shahrah Quaid-E-Azam
Lahore 54000 Tel. (42) 353.601
Telefax: (42) 231.730

**PHILIPPINE – PHILIPPINES**
International Booksource Center Inc.
Rm 179/920 Cityland 10 Condo Tower 2
HV dela Costa Ext cor Valero St.
Makati Metro Manila Tel. (632) 817 9676
Telefax: (632) 817 1741

**POLAND – POLOGNE**
Ars Polona
00-950 Warszawa
Krakowskie Przedmieácie 7 Tel. (22) 264760
Telefax: (22) 268673

**PORTUGAL**
Livraria Portugal
Rua do Carmo 70-74
Apart. 2681
1200 Lisboa Tel. (01) 347.49.82/5
Telefax: (01) 347.02.64

**SINGAPORE – SINGAPOUR**
Gower Asia Pacific Pte Ltd.
Golden Wheel Building
41, Kallang Pudding Road, No. 04-03
Singapore 1334 Tel. 741.5166
Telefax: 742.9356

**SPAIN – ESPAGNE**
Mundi-Prensa Libros S.A.
Castelló 37, Apartado 1223
Madrid 28001 Tel. (91) 431.33.99
Telefax: (91) 575.39.98

Mundi-Prensa Barcelona
Consell de Cent No. 391
08009 – Barcelona Tel. (93) 488.34.92
Telefax: (93) 487.76.59

Llibreria de la Generalitat
Palau Moja
Rambla dels Estudis, 118
08002 – Barcelona
(Subscripcions) Tel. (93) 318.80.12
(Publicacions) Tel. (93) 302.67.23
Telefax: (93) 412.18.54

**SRI LANKA**
Centre for Policy Research
c/o Colombo Agencies Ltd.
No. 300-304, Galle Road
Colombo 3 Tel. (1) 574240, 573551-2
Telefax: (1) 575394, 510711

**SWEDEN – SUÈDE**
CE Fritzes AB
S–106 47 Stockholm Tel. (08) 690.90.90
Telefax: (08) 20.50.21

Subscription Agency/Agence d'abonnements :
Wennergren-Williams Info AB
P.O. Box 1305
171 25 Solna Tel. (08) 705.97.50
Telefax: (08) 27.00.71

**SWITZERLAND – SUISSE**
Maditec S.A. (Books and Periodicals - Livres et périodiques)
Chemin des Palettes 4
Case postale 266
1020 Renens VD 1 Tel. (021) 635.08.65
Telefax: (021) 635.07.80

Librairie Payot S.A.
4, place Pépinet
CP 3212
1002 Lausanne Tel. (021) 320.25.11
Telefax: (021) 320.25.14

Librairie Unilivres
6, rue de Candolle
1205 Genève Tel. (022) 320.26.23
Telefax: (022) 329.73.18

Subscription Agency/Agence d'abonnements :
Dynapresse Marketing S.A.
38, avenue Vibert
1227 Carouge Tel. (022) 308.07.89
Telefax: (022) 308.07.99

See also – Voir aussi :
OECD Publications and Information Centre
August-Bebel-Allee 6
D-53175 Bonn (Germany) Tel. (0228) 959.120
Telefax: (0228) 959.12.17

**THAILAND – THAÏLANDE**
Suksit Siam Co. Ltd.
113, 115 Fuang Nakhon Rd.
Opp. Wat Rajbopith
Bangkok 10200 Tel. (662) 225.9531/2
Telefax: (662) 222.5188

**TUNISIA – TUNISIE**
Grande Librairie Spécialisée
Fendri Ali
Avenue Haffouz Imm El-Intilaka
Bloc B 1 Sfax 3000 Tel. (216-4) 296 855
Telefax: (216-4) 298.270

**TURKEY – TURQUIE**
Kültür Yayinlari Is-Türk Ltd. Sti.
Atatürk Bulvari No. 191/Kat 13
Kavaklidere/Ankara
Tel. (312) 428.11.40 Ext. 2458
Telefax: (312) 417 24 90
Dolmabahce Cad. No. 29
Besiktas/Istanbul Tel. (212) 260 7188

**UNITED KINGDOM – ROYAUME-UNI**
HMSO
Gen. enquiries Tel. (171) 873 8242
Postal orders only:
P.O. Box 276, London SW8 5DT
Personal Callers HMSO Bookshop
49 High Holborn, London WC1V 6HB
Telefax: (171) 873 8416
Branches at: Belfast, Birmingham, Bristol, Edinburgh, Manchester

**UNITED STATES – ÉTATS-UNIS**
OECD Publications and Information Center
2001 L Street N.W., Suite 650
Washington, D.C. 20036-4922 Tel. (202) 785.6323
Telefax: (202) 785.0350

Subscriptions to OECD periodicals may also be placed through main subscription agencies.

Les abonnements aux publications périodiques de l'OCDE peuvent être souscrits auprès des principales agences d'abonnement.

Orders and inquiries from countries where Distributors have not yet been appointed should be sent to: OECD Publications Service, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

Les commandes provenant de pays où l'OCDE n'a pas encore désigné de distributeur peuvent être adressées à : OCDE, Service des Publications, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

1-1996

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(66 96 03 2) ISBN 92-64-24792-0 – n° 47106 1996

# Histoire de la Société EUROCHEMIC 1956-1990

La Société Eurochemic fut la première entreprise commune de l'Agence européenne pour l'énergie nucléaire, créée en décembre 1957 par les gouvernements de 13 pays européens pour développer la coopération internationale dans le domaine du recyclage des combustibles brûlés dans les centrales nucléaires, en vue d'en extraire l'uranium résiduel et le plutonium.

Eurochemic a contribué de façon remarquable aux progrès scientifiques et techniques de la chimie nucléaire en Europe, en particulier par la formation de personnel qualifié, mais elle n'a pas réussi à promouvoir, à plus long terme, une politique industrielle commune dans ce domaine. En revanche, la reconversion ultérieure d'Eurochemic dans la gestion des déchets radioactifs a été une réussite, riche d'enseignements pour les pays qui se sont lancés dans cette aventure.

Destiné à un large public intéressé par les expériences de la coopération internationale suscitée par les découvertes atomiques, l'ouvrage, abondamment illustré, présente dans un style vivant les problèmes toujours actuels de la fin du cycle du combustible nucléaire.




(66 96 03 2) SNX
ISBN 92-64-24792-0